

Automaatiovaraston testausympäristön kehittäminen

Olli Kotilainen

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Automaatiotekniikka

Tekijä(t) Kotilainen, Olli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2018
	Sivumäärä 90	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Automaatiovaraston testausympäristön kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Markku Ström, Harri Tuukkanen		
Toimeksiantaja(t) Valio Oy Jyväskylä, Tero Ruusuvirta		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn kohteena oli Valio Oy Jyväskylän automaatiovarastossa oleva testausympäristö. Testausympäristö rakennettiin aikoinaan automaatiovaraston kenttäväylään liitettävien laitteiden testaamista ja konfiguraatioita varten. Laitteisto on ollut kuitenkin viime vuosina vähäisellä käytöllä erinäisistä syistä.</p> <p>Työn tavoitteena oli uudistaa testausympäristöä nykyaikaiseksi ja toimivaksi. Lisäksi tutkittiin erilaisten laitteiden liittämistä ja käyttöönottoa kenttäväylässä, sekä testata niiden toimintaa. Lisäksi tavoitteena oli luoda tarpeeksi selkeä toimintakuvaus ja käyttöohje, joiden avulla testausympäristöä pystyttäisiin hyödyntämään tehokkaammin. Työ oli suurimmaksi osaksi tutkimus- ja kehittämistyötä, joita tukivat kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä.</p> <p>Työ suoritettiin teorian ja käytännön vuorovaikutuksessa. Ongelmien tullessa vastaan, pyrittiin ratkaisemaan ne hyödyntäen alan kirjallisuutta, laitteiden ohjekirjoja ja tarvittaessa kysyttiin neuvoa asiantuntijoilta.</p> <p>Kaikki tarvittavat testaukset saatiin suoritettua ja näiden tulosten perusteella saatiin järjestelmään liittyvä toimintakuvaus ja käyttöohje. Työn lopputuloksena saatujen materiaalien avulla testausympäristö saadaan tehokkaampaan käyttöön, mikä nostanee myös automaatiovaraston käyttöastetta tulevaisuudessa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Automaatiovarasto, testausympäristö, käyttöohje.		
Muut tiedot		

Author(s) Kotilainen, Olli	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2018
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 90	Permission for web publication: x
Title of publication Developing a testing environment for the automated storage		
Degree programme Degree programme in Automation Technology		
Supervisor(s) Ström, Markku & Tuukkanen, Harri		
Assigned by Valio Oy Jyväskylä, Tero Ruusuvirta		
<p>Abstract</p> <p>The subject of the study was the testing environment in Valio Oy Jyväskylä automated warehouse. The testing environment was built for the testing and configuration of devices, which are connected to the fieldbus in the automated warehouse. However, the equipment has been in the last few years with little use for a variety of reasons.</p> <p>The aim of the thesis was to redesign the testing environment to be modern and functional. In addition, testing and deployment of various devices in the field bus were tested. The aim was either to create a clear operational description and instructions for use that would enable the testing environment to be utilized more efficiently. Work was essentially a part of research and development work supported by a qualitative research method.</p> <p>The work was carried out in the interaction between theory and practice. When faced with the problems these were tried to solve by utilizing literature in the field, equipment manuals and, if necessary, expert advice was asked.</p> <p>All the necessary tests were completed and based on these results, a description of the function and the operating instructions related to the system were created. With the help of the materials obtained, the test environment becomes more efficient, which also increases the utilization rate of the automated warehouse in the future.</p>		
Keywords/tags (subjects) Automation storage, testing environment, instruction.		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Taustaa	4
1.2	Työn tavoite	4
2	Valio Oy	6
2.1	Valio Oy Jyväskylän automaatiovarasto	7
2.1.1	Sisään tulevan materiaalin hallinta	8
2.1.2	Automaattinen keräily	9
3	Aineisto ja käytetyt tutkimus-/kehittämismenetelmät	10
3.1	Aineisto	10
3.2	Kehittämisvaiheet	11
3.3	Tutkimusongelma	12
3.4	Rajaukset	13
4	Kenttäväylät ja IO-sovittimet	13
5	Profibus	16
5.1	Profibus DP	17
5.2	Profibus PA	19
5.3	Profinet	20
6	Muut kenttäväyläratkaisut	21
6.1	AS-interface	21
6.2	Beckhoff I/O-sovitin	24
6.3	GSD-tiedosto	26
7	Taajuusmuuttajaohjaus ja moottorit	26
7.1	PPO-kommunikointiobjektit	28
7.2	SEW Movimot	28
7.2.1	Movimot Profibus DP-ohjaus	30
7.3	Vacon NX -sarja	32

7.3.1	Vacon NX:n PPO.....	33
7.3.2	Vacon parametrit.....	35
7.3.3	Vianselvitys	35
8	Työn toteutus ja alkuvalmistelut.....	36
8.1	Turvalliset työmenetelmät	36
8.2	Laitteiden asennus ja kaapelointi.....	37
9	Simatic Manager S7.....	38
10	Tulokset	39
11	Johtopäätökset ja pohdinta	40
	Lähteet.....	41
	Liitteet	43

Kuviot

Kuvio 1. Rivikerääjän tartuntakynnet. (Cimcorp N.d.).	8
Kuvio 2. Valio Jyväskylän automaatiovarasto. (Cimcorp 2010).	10
Kuvio 3. Kenttäväylän historiaa. (HAMK:n sisäinen opetusmateriaali).	14
Kuvio 4. S7-300-sarjan logiikka.	15
Kuvio 5. Profibus -laitteiden määrän kehitys. (PI Technologies for Process Automation 2017, 11).	17
Kuvio 6. Master-slave-järjestelmä. (Profibus N.d.).	18
Kuvio 7. Profibus DP-kaapelin rakenne. (Profibus N.d.).	18
Kuvio 8. Profibus PA -laitteita maailmalla. (PI Technologies for Process Automation 2017, 12).	20
Kuvio 9. (Profinet N.d.).	21
Kuvio 10. AS-I kenttämoduulit ja Feston venttiiliterminaali.	22
Kuvio 11. AS-i-kaapelit. (OEM Automatic N.d.).	23
Kuvio 12. AS-I Gateway AC1305.	24
Kuvio 13. Beckhoff BK3120 IO-kortteineen.	25
Kuvio 14. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate (Nopeussäädettyjen käyttöjen opas N.d, 12).	27
Kuvio 15. SEW Movimot.	29
Kuvio 16. Taajuuden säätö. (Käyttölaitejärjestelmä PROFIBUS-liitäntöjen, kenttäjakolaitteiden hajautettuun asennukseen. 2008).	29
Kuvio 17. Movimot Profibus DP-moduuli.	30
Kuvio 18. Profibus- ja ohjausjännitteen kytkennät (Käyttölaitejärjestelmä PROFIBUS-liitäntöjen, kenttäjakolaitteiden hajautettuun asennukseen 2008, 42).	31
Kuvio 19. Profibus-osoitteen asettaminen. (Käsikirja 2008, 74).	31
Kuvio 20. Movimotin asetukset.	32
Kuvio 21. Vacon PPO.	33
Kuvio 22. IO-alueet.	34
Kuvio 23. Profibus-kuorimistyökalu. (Siemens. N.d.).	37
Kuvio 24. Simatic PLC:n ohjelmarakenne. (Siemens N.d.).	39

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Tekniikan kehittyessä automaatiolaitteiden valmistajat tuovat markkinoille jatkuvasti uusia malleja ja laitteita, eikä vanhoja laitemalleja ole aina saatavilla. Valitettavasti kaikki uudet laitteet eivät ole suoraan yhteensopivia aiempien laitteistojen kanssa, joten ne joudutaan testaamaan ja konfiguroimaan käyttöympäristöön sopiviksi. Myös tämän työn toimeksiantajalla, Valio Oy:llä Jyväskylässä, on usein ongelmana, että käytössä olevaa laitetta ei enää valmisteta tai laitetta ei ole saatavilla. Laitteen viikaantuessa tai rikkoutuessa joudutaan ottamaan käyttöön saatavilla olevia vaihtoehtoisia laitteita ja konfiguroimaan ne sopimaan käytössä olevaan järjestelmään.

Laitteiden testaus ja käyttöönotto vievät usein paljon aikaa aiheuttaen tuotannon keskeytyksiä. Tuotannon keskeytykset puolestaan aiheuttavat taloudellisia menetyksiä ja asiakastoimitusten viivästymistä. Testausta varten automaatiovaraston korjaamolla on aikoinaan rakennettu testausympäristö, joka mahdollistaa laitteiden testauksen ja konfiguroinnin irrallisena varsinaisesta prosessista. Testauksen jälkeen käyttöönotto on nopeampaa ja varmempaa. Testausympäristö on ollut kuitenkin vähällä käytöllä osittain sen takia, että kunnossapitohenkilöstöllä ei ole tarvittavaa koulutusta tai osaamista sen käyttöön. Myös laitteisto on ajan saatossa vanhentunut tai osia on otettu muuhun käyttöön.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on tutkia automaatiovarastossa käytettävien laitteiden ja väylien liittämistä ja käyttöönottoa testausympäristön Profibus DP (Decentralised Pheripheral)-väylässä. Tämän perusteella laaditaan teoria-aineisto, sekä ohjeistus kunnossapidolle. Lisäksi testausympäristöä täytyy kehittää nykyiseen tilanteeseen sopivaksi. Automaatiovarastossa merkittävässä asemassa ovat erilaiset moottorikäytöt, joten työssä pääpainona ovat Profibus DP-kenttäväylän lisäksi taajuusmuuttajat ja moottor-

rien ohjaukset. Lisäksi työssä käsitellään Profibus DP-kenttäväylään liitettäviä muita laitteita ja kenttäväyläratkaisuja. Muita työssä käsiteltäviä kenttäväyliä tai niiden sovelluksia ovat muun muassa AS-i (Actuator Sensor interface) ja Beckhoffin modulaarinen IO-yksikkö.

Oppaita ja käyttöohjeita yksittäisten laitteiden asentamiseen ja käyttöönottoon on jo saatavilla, mutta niiden tulkitseminen ja etsiminen veisi turhaa aikaa. Työssä onkin pyritty kiteyttämään tärkeimmät ohjeet, jotta testausympäristön käyttö saataisiin mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Tarkoituksena on avata lukijalle käsitystä erilaisista automaatiolaitteista, kenttäväylistä ja taajuusmuuttajaohjauksista yleisellä tasolla. Lisäksi tarkoituksena on kannustaa hyödyntämään erilaisia oppaita ja käsikirjoja ongelmanratkaisussa.

Työ on kaksiosainen, johon kuuluu tämän teoriaosion lisäksi käyttöohje (liite 1). Käyttöohje sisältää käytännön esimerkkejä testausympäristöön liittyvistä asioista. Valitettavasti teoriasta ja käyttöohjeista jouduttiin laajuuden takia rajaamaan pois logiikan ja HMI:n (Human Interface) ohjelmointi. Projektin aikana tehtiin kuitenkin muutama esimerkkisovellus, jotka löytyvät automaatiovaraston huoltokopin Siemens Field PG-tietokoneelta. Näitä sovelluksia voi vapaasti tutkia ja käyttää niitä hyväksi itseopiskelussa.

Osa asioista, jotka liittyvät automaatiovarastoon ja Valioon yrityksenä, ovat pitkän työhistoriani aikana kerättyä tietoa ja havaintoja. Työ on pyritty tekemään niin, että siitä olisi mahdollisimman paljon hyötyä sekä kunnossapidolle ja automaatioalalla oleville insinööriopiskelijoille.

2 Valio Oy

Valio Oy on suomalaisten maidontuottajien omistama yritys, joka perustettiin vuonna 1905 parantamaan voin vientiä ja laatua. 1910-luvulla toimintaa laajennettiin juustoihin ja muiden meijerituotteiden kauppaan, valmistukseen ja laadun kehittämiseen. (Valion historiaa. 2016).

Nykyisin Valio Oy on Suomen suurin meijerialan yritys ja sillä on tuotantolaitoksia 12 paikkakunnalla Suomessa; Haapavedellä, Helsingissä, Joensuussa, Jyväskylässä, Lapinlahdella, Oulussa, Riihimäellä, Seinäjoella, Suonenjoella, Turengissa, Vantaalla ja Äänekoskella (Valion tuotantolaitokset Suomessa 2016). Valio Oy tunnetaan kehityksen edelläkävijänä, sillä yrityksessä paljon panostetaan uusien tuotteiden kehittämiseen ja ennen kaikkea terveellisyteen ja eläinten hyvinvointiin. Valio tuo vuosittain keskimäärin 100 uutuustuotetta kuluttajien käyttöön.

Valiolla on tytäryhtiöitä myös maailmalla, kuten esimerkiksi Ruotsissa, Venäjällä, Tanskassa ja Baltian maissa. Valio Oy on Suomen suurin elintarvikkeiden viejä 26 prosenttiosuudella. Koko konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli 1638 miljoonaa euroa, josta kotimaan osuus oli 1060 miljoonaa euroa (Toimintakertomus ja tilinpäätös 2016, 4).

Valio Oy Jyväskylän meijeri on ollut nykyisellä sijainnillaan Seppälänkankaalla vuodesta 1980 ja vuosien varrella on tehty useita laajennuksia ja uudistuksia. Merkittävimpiä uudistuksia olivat 2000-luvun alkupuolella aloitettu erikoismaitojen valmistus ja automaatiovaraston rakentaminen. Erikoismaitoja ovat muun muassa Valio Eila maitojuoma, Valio Kiehu, Valio Plus-maito ja Valio Profeel-maitojuoma. Näitä tuotetaan Suomen kuluttajien lisäksi myös vientiin, joista tärkeimpänä vientimaana on Ruotsi. (Jyväskylän meijerissä tehdään erikoismaitoja koko Suomeen 2016).

Jyväskylän meijeri työllistää vajaan 300 työntekijän lisäksi välillisesti noin 1500 keski-suomalaista, kun maitotilat ja kuljettajat lasketaan mukaan. Liikevaihto vuonna 2015

oli noin 60 miljoonaa euroa (Jyväskylän meijerissä tehdään erikoismaitoja koko Suomeen 2016).

2.1 Valio Oy Jyväskylän automaatiovarasto

Jyväskylän Valion meijerin yhteyteen rakennettiin vuonna 2004 automaattinen keräilyvarasto. Automaatiovarastossa varastoidaan ja keräillään asiakkaille oman tuotannon tuotteiden lisäksi myös muiden Valion tuotantolaitosten tuotteita. Käytännössä automaatiovarastossa käsitellään lähes kaikkia Valion tuotteita, lukuun ottamatta tiettyä tuotevalikoimaa, jotka hoidetaan käsinkeräilyllä. Tällaisia tuotteita ovat muun muassa suurtalouskeittiötuotteet, isot juustopakkaukset ja erikoistuotteet, joiden kysyntä on vähäisempää.

Käsinkeräilykin on osittain automatisoitu, sillä tilaukset tulevat SAP -toiminnanohjausjärjestelmän kautta Cimcorp Oy:n kehittämään WCS - ohjausjärjestelmään (Warehouse Control System). WCS siirtää ja ohjaa tilaukset suoraan keräilijän korvakuulokkeisiin. SAP on Euroopan suurin ohjelmistovalmistaja ja erikoistunut toiminnanohjausjärjestelmiin. Keräily tapahtuu siis niin sanotusti puhekeräilyinä, jossa järjestelmä kertoo työntekijälle, mitä tuotetta täytyy kerätä ja kuinka paljon. Keräilijä kuittaa kerätyt tuotteet vastaamalla mikrofoniin ja kuittaa lopuksi tilauksen valmiiksi.

Automaatiovaraston kapasiteetti on vuosien varrella lähes kaksinkertaistunut useiden laajennusten myötä. Alkuperäisen varaston rinnalle on rakennettu muun muassa välivarasto, joka toimii puskurivarastona, mutta pystyy myös keräilemään tilauksia suoraan asiakkaalle. Tämän lisäksi on olemassa myös niin sanottu TOP -varasto, jonne ohjataan Tetra Top -pakkauksiin pakatut tuotteet. Näitä ovat muun muassa erilaiset proteiinijuomat, perusmaidot ja smoothiet. Ruuhkaisimpina aikoina Jyväskylän varastosta lähtevän tavarán määrä ylittää jopa miljoonan kilon rajapyykin vuorokaudessa. Toimitusvarmuuden takaaminen myös ruuhka-aikoina vaatii automaatiojärjestelmältä paljon. Kaikki poikkeamat, kuten esimerkiksi häiriöt tai laitteiden rikkoutumiset täytyy pysyä hallinnassa. Ratkaisuja laitteiston virheettömään toimintaan ovat

muun muassa laitteiden järjestelmällinen ennakkohuoltosuunnitelma ja laitteiden parissa työskentelevien työntekijöiden vankka ammattitaito.

Automaatiovarasto sisälsi aluksi kolme keräilyrunkoa, joissa oli kullakin rungolla kaksi rivikerääjää ja kaksi Multipick-robottia. Multipick on nimitys portaalirobotille, joka keräilee täysiä laatikoita. Rivikerääjä, eli Multiplepick, pystyy poimimaan yhden rivin, eli 5 purkkia kerrallaan (kuvio 1) ja laatikoimaan kerätyt rivit laatikoihin. Varastoa on laajennettu tarpeiden mukaan useaan otteeseen ja nykyisin erilaisia välivarastoja ja laitteita on kahdessa tasossa. Cimcorp Oy:n valmistamia robotteja, jotka hoitavat keräilyä, pinojen yhdistelyä, vaunukoinnin on parikymmentä.



Kuvio 1. Rivikerääjän tartuntakynnet. (Cimcorp N.d.).

Automaatiovaraston toimintaa ohjataan erillisellä MP-OPS-kantaohjelmalla, jolla voidaan määrittää tilaukset, yms. Asiakkaiden tilaukset siirtyvät kantaohjelmaan SAP:n kautta.

2.1.1 Sisään tulevan materiaalin hallinta

Oman tuotannon tuotteet pakataan rullakkoon tai laatikoihin, jotka nostetaan pyörällisille alusvaunuille. Rullakot ja alusvaunulla olevat pinot siirretään kuljettimia pitkin varastoradoille, mistä siirtovaunu hakee tuotteet ja kuljettaa ne massavarastoon tai robottivaraston vaunukon purkuasemaan. Vaunukon purkuasemassa pinot nostetaan alusvaunun päältä kuljettimelle ja ne kulkeutuvat lamellikuljettimia pitkin robot-

tien poimintakuljettimille, joista Multipick-robotit poimivat ne ja varastoivat omaan keräilyvarastoonsa. Alusvaunut pinotaan pinkkarissa ja alusvaunupinot nostetaan paineilmakäyttöisellä hissillä alusvaunuradalle. Alusvaunuradalta ne taas lasketaan hissillä alusvaunun purkajaan, josta niitä käytetään kerättyjen tuotteiden vaunukointiin.

Muiden toimipisteiden tuotteet puretaan kuoma-autosta ja rekisteröidään pitkälle rekisteröintikuljettimelle. Rekisteröintikuljetintapitkin tuotteet ohjataan joko välivarastoon, massavarastoon tai keräilyvarastoon.

2.1.2 Automaattinen keräily

Asiakkaiden tilaukset siirtyvät SAP -järjestelmän kautta MP-OPS -varastonohjausjärjestelmään, mistä järjestelmän ohjaaja vapauttaa tilaukset oikeille roboteille. Keräilyrobotit, eli portaalirobotit, keräävät asiakkaiden tilaukset varastosta pinoihin ja jättävät jättökuljettimille, joista valmiit pinot kulkeutuvat lamellikuljetimia pitkin vaunukointiasemaan, missä ne siirretään alusvaunujen päälle, joita kutsutaan vaunukoiksi. Vaunukointiasemasta vaunukot jatkavat matkaa laputuskuljettimille, joista lastaushenkilöt kuljettavat ne lastausluukuille. Lastausluukuilla kuljetusyrityksen työntekijä yhdistelee vielä käsin kerätyt tuotteet robottikerättyjen tuotteiden kanssa ja toimittaa tilatut tuotteet asiakkaille (kuvio 2).



Kuvio 2. Valio Jyväskylän automaatiovarasto. (Cimcorp 2010).

3 Aineisto ja käytetyt tutkimus-/kehittämismenetelmät

Työ on hyvin pitkälti projektiluonteinen, joten ongelmat ratkaistiin projektin edetessä tutkimalla ohjekirjoja ja muita lähteitä. Vastaan tulleet ongelmat kirjattiin muistiin ja selvitettiin, miten ne oli saatu ratkaistua. Tutkimusmenetelmät olivat enimmäkseen kehittämis- ja toimintatutkimusta, joita tukivat kvalitatiivinen, eli laadullinen tutkimusmenetelmä. Kuten kehittämistutkimukselle on tyypillistä, tuloksena on usein käyttöohje tai toimintaohje (Salonen 2013, 5-6).

3.1 Aineisto

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tutkittiin aikaisempia aiheeseen liittyviä opinnäytetöitä. Näiden avulla saatiin hyviä vinkkejä muun muassa saatavilla olevista lähteistä. Lisäksi tarkoituksena oli kartoittaa, millaisia opinnäytetöitä tai tutkimuksia aiheeseen liittyen oli jo tehty.

Aineistoa kerättiin aluksi yleisellä tasolla liittyen kenttäväyliin ja taajuusmuuttajiin. Projektin edetessä ja laitemallien tarkentuessa aineistoa kerättiin lisää. Projektin aikana kerätyt lähteet olivatkin enimmäkseen laitevalmistajien manuaaleja tai muita laitteisiin liittyviä materiaaleja.

3.2 Kehittämisvaiheet

Kehittämistutkimuksen ensimmäisenä vaiheena oli kartoittaa alkutilanne henkilöstön osaamisen ja laitteiston toimivuuden näkökulmasta. Tämä toteutettiin haastattelemalla kunnossapitäjiä ja tutkimalla testausympäristöä. Alkuvaihe toteutettiin osittain yhteistyössä kunnossapidon kanssa. Heiltä kyseltiin mielipiteitä ja kehitysideoita kokonaisuuteen liittyen.

Seuraavaksi kerättiin teoria-aineisto ja lähteet, jotka tukisivat työn suorittamista mahdollisimman hyvin. Teknisiä asiantuntijoita haastatteleamalla saatiin apua toiminnan kehittämiseen ja laitteiston muutoksiin liittyvissä asioissa. Kunnossapidon ja asiaan liittyvien henkilöiden kanssa pidettiin pienimuotoisia palavereita, joissa nousi esille heidän kehitysideat ja tavoitteet.

Alkukartoituksen jälkeen päätettiin toimenpiteet ja projektin toteutus aikatauluineen. Koska työn ensisijainen tarkoitus oli parantaa henkilöstön osaamista ja testausympäristön käyttöastetta, oli olennaista, että kunnossapito oli ainakin jollain tasolla mukana projektin toteutuksessa. Tämä toteutettiin siten, että projektin edetessä oltiin jatkuvassa vuorovaikutuksessa kunnossapidon kanssa. Tällä keinolla päästiin mahdollisimman hyvään lopputulokseen.

Kehittämistarpeiden selvittämisen jälkeen päästiin suorittamaan varsinaista kehittämistutkimusta. Koska haluttiin mahdollisimman hyvä lopputulos, tukeuduttiin kvalitatiiviseen, eli laadulliseen tutkimusotteeseen.

Käytännön toteutukseen kului noin puolet kokonaistyöajasta ja tässä vaiheessa tuli myös toimintatutkimus kyseeseen. Kunnossapitäjiä ja asiantuntijoita haastattelema-

la pyrittiin löytämään ratkaisuja, joilla ongelmakohdat saatiin ratkaistua. Projektimaisessa työssä kokeiltiin useita eri ratkaisuja, joiden perusteella laadittiin toimintamalli.

Lopuksi aineisto ja työn tulokset koottiin yhteen ja laadittiin toimintakuvaus ja käyttöohje. Työn valmistuttua on tarkoitus vielä käydä henkilöstön kanssa projekti yksityiskohtaisesti läpi ja ohjeistaa tarvittaessa myös suullisesti testausympäristön käyttöä. Tarkoituksena on vielä laatia kysely, jossa on mahdollista myös esittää parannusehdotuksia.

3.3 Tutkimusongelma

Tutkimusongelmana oli testausympäristön vähäinen hyödyntäminen, koska kunnossapitohenkilöstöllä ei ole ollut perehdytystä tai osaamista aiheeseen liittyen. Lisäksi testausympäristö oli osittain epäkunnossa, joten ensisijainen tehtävä oli korjata puutteet ja muuttaa järjestelmä vastaamaan tämän hetkisiä tarpeita. Työn avulla pyrittiin saamaan testausympäristö tehokkaampaan käyttöön, jotta se tukisi yrityksen vaatimuksia ja nopeuttaisi uusien laitteiden käyttöönottoa.

Suurimpia haasteita työssä oli saada mahdollisimman tehokas tietopaketti keskeisimmistä testausympäristöön liittyvistä asioista, jonka avulla lukija voisi harjoittaa itsenäisesti omaa oppimistaan ja kehittää ammattitaitoaan tällä alueella. Vastaavia opinnäytetöitä on tehty jonkin verran, mutta suurin osa niistä koski vain tiettyä osaa aluetta ja kohdistui useimmiten johonkin tiettyyn kohteeseen. Niistä ei tässä projektissa ollut juuri muuta hyötyä kuin tietoperustan ja lähteiden hankkimisessa. Lisäksi laitteisto, jota aiemmissa töissä käytettiin, oli suunnattu enemmänkin koulujen laboratorioympäristöön tai pienempiin kokonaisuuksiin. Tässä työssä oli kuitenkin kyse kohtuullisen suuren tehtaan automaatiojärjestelmästä ja laitteistosta.

Työssä tutkittiin erilaisia ratkaisuja, miten laitteet toimivat Profibus DP-ympäristössä. Ongelmiin saatiin ratkaisut kokeilemalla ja tutkimalla laitevalmistajien ohjekirjoja, sekä muuta aineistoa. Lähes kaikki lähdemateriaalit olivat englanninkielisiä, joten

täytyi olla tarkkana, että asiat tulivat oikein ymmärretyiksi väärinkäsitysten välttämiseksi.

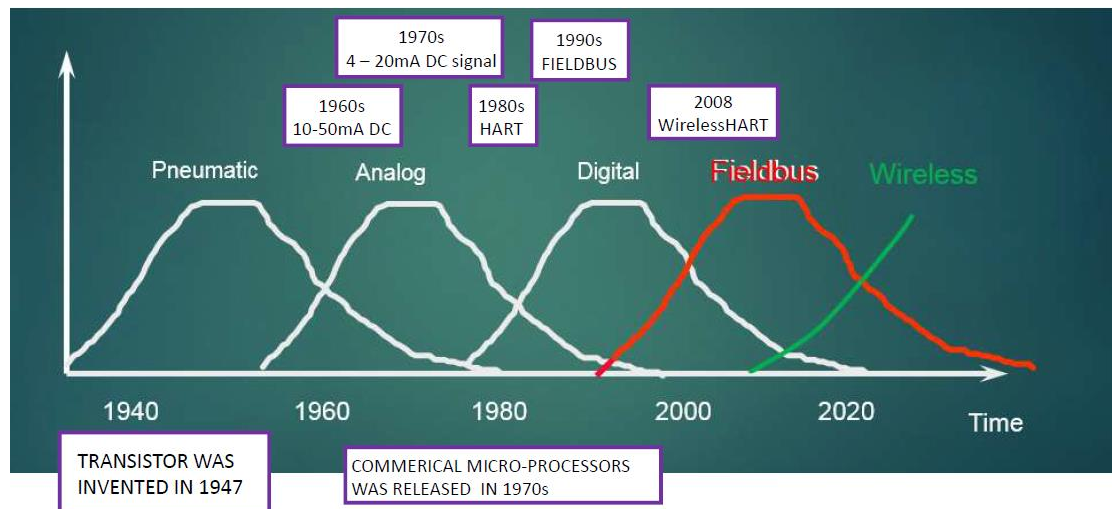
3.4 Rajaukset

Varsinaisesta raportista jouduttiin rajaamaan pois testausympäristön sähköiset kytkennät ja piirikaaviot, sekä näyttöpaneelien ohjelmointi, vaikka projektissa näihin käytettiin huomattava määrä työtunteja. Työn kirjallisesta osuudesta olisi kuitenkin tullut turhan laaja, joten tällainen ratkaisu tuntui järkevältä. Olennaisinta oli kuitenkin saada selvä kuva tärkeimmistä asioista, jonka perusteella voitiin tehdä jatkotoimenpiteitä.

Vaikka rajoja jouduttiin tekemään näyttöpaneelin ja ohjelmien suhteen, kunnossapidon on mahdollista hyödyntää näitä ohjelmia. Ohjelmat löytyvät testausympäristön tietokoneen kovalevyiltä ja ovat kunnossapidon vapaasti käytettävissä.

4 Kenttäväylät ja IO-sovittimet

Kenttäväyläksi kutsutaan teollisuuden automaatiojärjestelmien digitaalista ja kaksisuuntaista tiedonsiirtoväylää. Kenttäväylä on nykyisin korvaamassa perinteisen analogisen 4-20 mA ja 0-10 V standardiviestitekniikan. Aivan ensimmäiset automaation ohjaukset tapahtuivat paineilma viesteillä. Standardoinnin myötä kenttäväylien suosio on viime vuosina kasvanut teollisuuden automaatiojärjestelmissä, koska keskenään erilaiset väylätekniikat ovat vähentyneet ja laitevalmistajat valmistavat yleisimpiin kenttäväyliin soveltuvia laitteita. (Kallio, Mäkinen & Tantarimäki 2009, 161-162). Kuviosta 3 nähdään, miten automaatiojärjestelmien viestintätekniikka on muuttunut vuosien kuluessa. Viime vuosina myös langattomien kenttäväylien käyttö on yleistynyt.

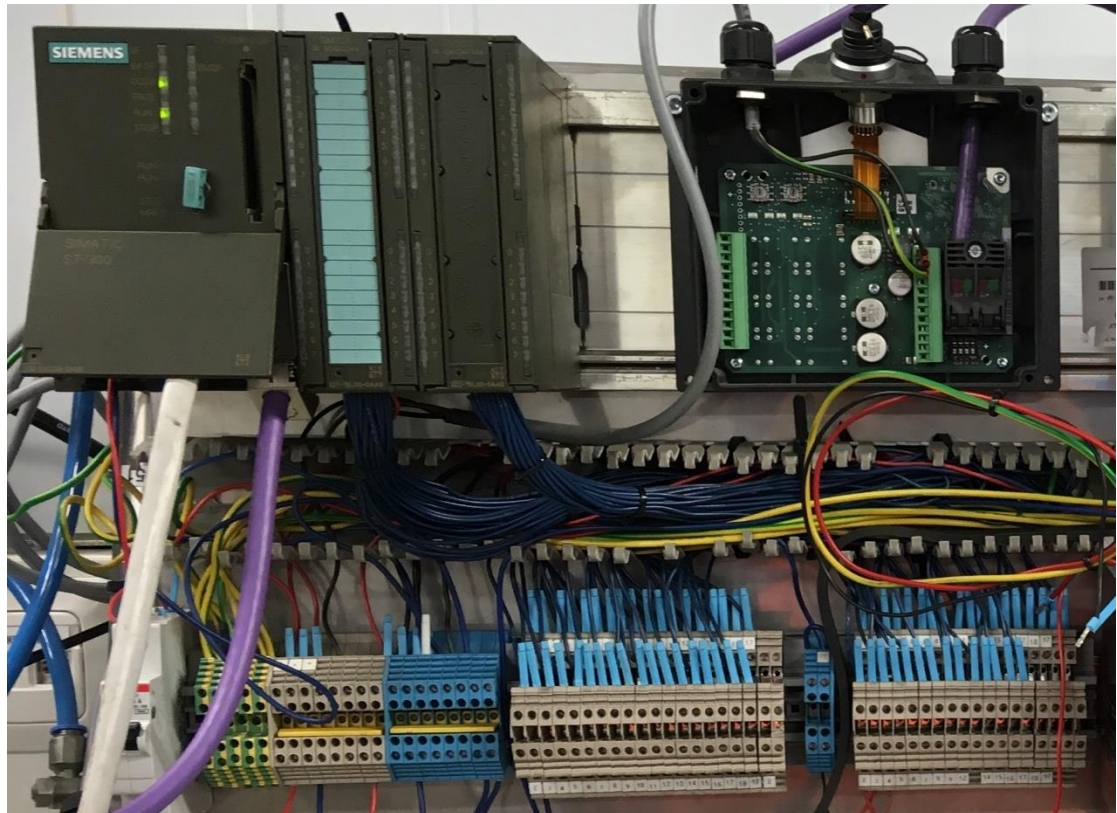


Kuvio 3. Kenttäväylän historiaa. (HAMK:n sisäinen opetusmateriaali).

Kenttäväylien edut verrattuna vanhaan järjestelmään ovat muun muassa kaapeloinnin väheneminen, pienemmät asennuskustannukset, helpompi käyttöönotto, parempi vikadiagnostiikka ja ennen kaikkea järjestelmän selkeämpi rakenne. (Sundquist 2008, 28-29).

Yleisimmät käytössä olevat IEC 61158 kenttäväylästandardit ovat Foundation Fieldbus, ControlNet, Profibus DP&PA, Profinet, InterBus, EtherCAT ja Modbus. (Kallio, Mäkinen & Tantarimäki 2009, 162-163). Lisäksi muita kaupallisia kenttäväyliä on useita kymmeniä.

Tässä työssä perehdyttiin syvemmin Profibus DP-väylään ja siihen liitettyihin muihin kenttäväyläratkaisuihin, kuten alemman tason kenttäväylä AS-iin. Lisäksi tutkittiin Beckhoff-yrityksen valmistamaan modulaarista IO-yksikköä, jonka malli oli BK3120. Tarkastelun kohteena olivat Siemensin S7-400-sarjan logiikka, mutta testausympäristöstä löytyy myös Siemensin S7-300-sarjan logiikka, johon on liitetty tulo- ja lähtökortit, eli I/O-kortit. I/O-korttien tulot ja lähdöt on johdotettu riviliittimiin (kuvio 4). Näihin kortteihin voidaan liittää suoraan erilaisia toimilaitteita ja antureita.



Kuvio 4. S7-300-sarjan logiikka.

Vaikka työssä perehdyttiin Siemensin S7-400-sarjan logiikkaan, käyttöohjetta (liite 1) voidaan hyödyntää ja soveltaa myös testausympäristön S7-300-sarjan logiikkaan. Molemmissa logiikoissa on Profibus DP -liitäntä. Myös S7 400-sarjan logiikkaan saa liitettyä erillisiä tulo- ja lähtökortteja, mutta tässä työssä keskityttiin vain Profibus DP-kenttäväyläratkaisuihin.

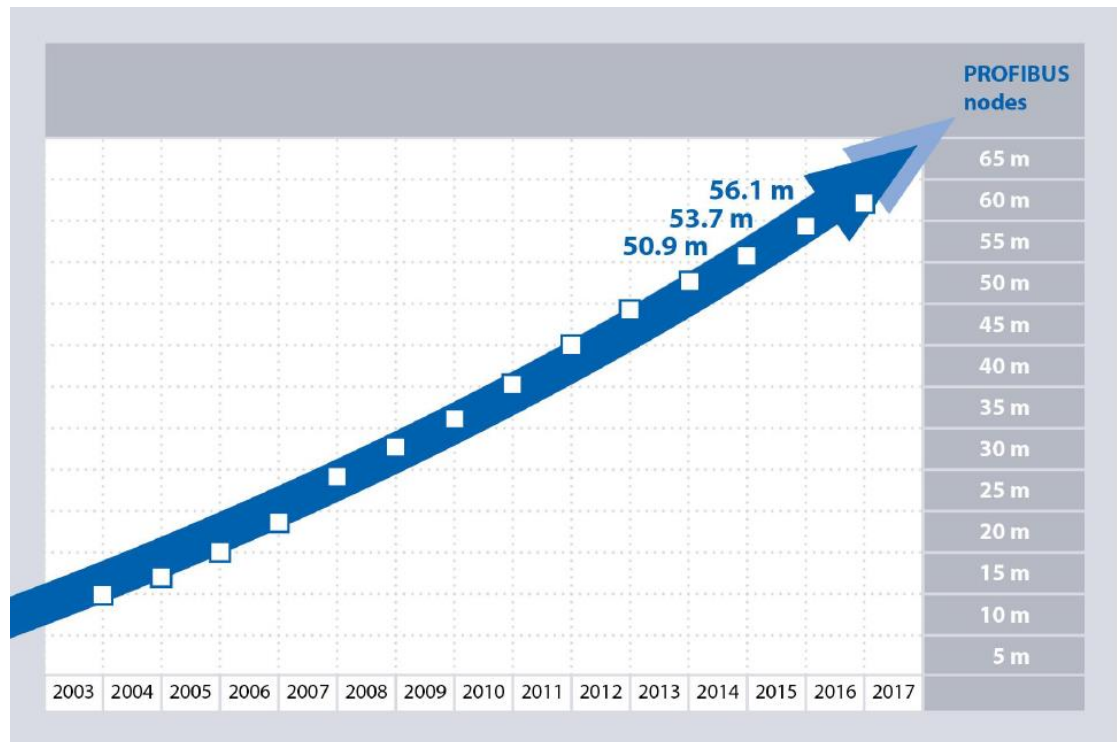
Moni kenttäväylävalmistaja tarjoaa myös muille kenttäväylille sopivia sovittimia, joilla saadaan esimerkiksi AS-i -väylä liitettyä Profibus DP -väylään. Tällaisiin ratkaisuihin päädytään esimerkiksi tilanteissa, joissa vaaditaan vaikka tilan ahtauden takia pienikokoisempia IO -moduuleja. Myös automaatiovarastossa on hyvin yleistä, että pääväylänä toimivaan Profibus DP -väylään on liitetty jonkun muun standardin hajautettu IO -yksikkö sovittimen avulla. Keräilyroboteissa käytetään Beckhoffin modulaarista IO:ta ja DeviceNet-väylää. AS-i -väylää käytetään muun muassa kuljettimien antureissa, venttiiliterminaaleissa ja joissain moottorien ohjauksissa.

Teollisuudessa käytetään kenttäväylien lisäksi myös turvaväyliä, joissa tiedonsiirtoprotokollat ja ratkaisut ovat samoja. Turvaväylä on normaalista kenttäväylästä irrallinen, turvallisuuteen liittyvä tiedonsiirtoväylä tai kenttäväylään tehty turvalaajennus (Sundqvist 2008, 30). Hyvin monet kenttäväylävalmistajat tarjoavat myös turvaväyläratkaisuja. Tässä työssä ei kuitenkaan käsitellä enempää turvaväyliä, mutta asiaan on syytä perehtyä tarvittaessa.

5 Profibus

Profibus (Process Field Bus) on Siemensin 1980-luvun loppupuolella kehittämä avoin kenttäväylästandardi. Profibus on suunnattu etenkin hajautettujen kenttälaitteiden liittämiseen ja ohjaamiseen automaatiojärjestelmän kanssa. Vapaasti suomennettuna Process Field Bus tarkoittaa prosessin kenttäväylää. Standardiin EN 50 170 perustuva kenttäväylä mahdollistaa yhteensopivuuden ja riippumattomuuden eri valmistajien laitteiden kanssa (PI Technologies for Process Automation. N.d.). Tämä tarkoittaa sitä, että eri valmistajien laitteet voivat kommunikoida keskenään ilman vaativia toimenpiteitä ja monimutkaisia asetuksien määrittämiä.

Profibus on maailmalla johtavassa markkina-asemassa kenttäväylien valmistajana. Vuoden 2017 tilastojen mukaan maailmassa oli käytössä lähes 60 miljoona Profibus -laitetta ja kasvu jatkuu edelleen (kuvio 5). (Profibus 2017).



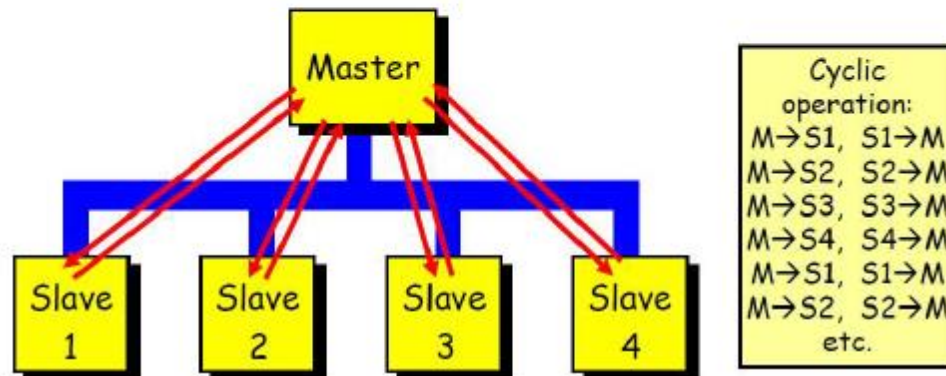
Kuvio 5. Profibus -laitteiden määrän kehitys. (PI Technologies for Process Automation 2017, 11).

5.1 Profibus DP

Profibus DP, jossa DP tulee sanoista Decentralised Peripheral (hajautettu periferia), on suunniteltu nimensä mukaisesti hajautetuille laitteille, joissa vaaditaan nopeita siirtonopeuksia. Tiedonsiirtonopeus voidaan valita väliltä 9,6 kb/s – 12 Mb/s riippuen väylän pituudesta. (Kilian & Weigmann 2003, 16 - 17).

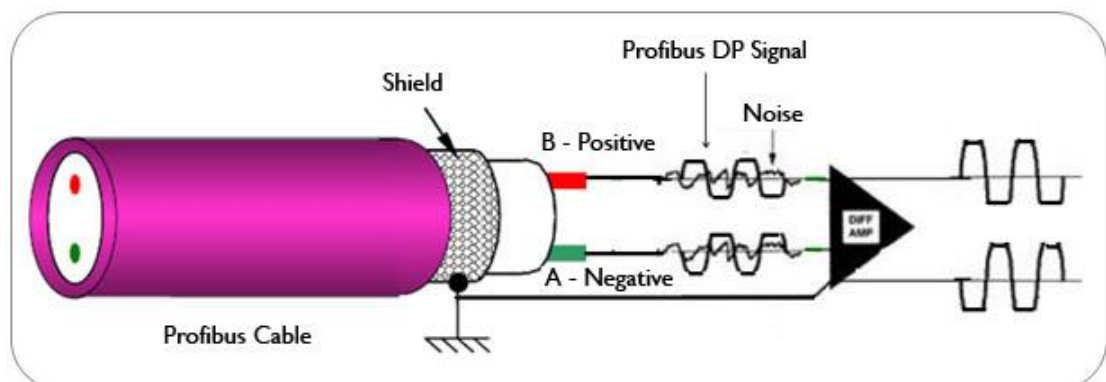
Automaatiovarastossa käytetään Mono-Master-käytäntöä, jossa yksi isäntä (master) valvoo segmenttiä ja lähettää kyselyjä väylään liitetyille rengeille (slave) sallien yhden vastausvuoron kerrallaan (kuvio 6). (Sundquist 2008, 25). Segmentillä tarkoitetaan kenttäväylän osaa.

Single master system



Kuvio 6. Master-slave-järjestelmä. (Profibus N.d.).

Profibus DP käyttää 5 voltin jännitemoduloitua signaalia, joka on kanttimaista (kuvio 7). Tiedonsiirrossa käytetään RS485-tekniikkaa. Kaapelina käytetään suojattua pari-kaapelia. Segmentin viimeisissä laitteissa käytetään päätevastusta, minkä tarkoitus on estää haitallisia heijastuksia. Päätevastuksen oikea asettaminen onkin erittäin tärkeää, että laitteiden nostaminen väylään onnistuisi.



Kuvio 7. Profibus DP-kaapelin rakenne. (Profibus N.d.)

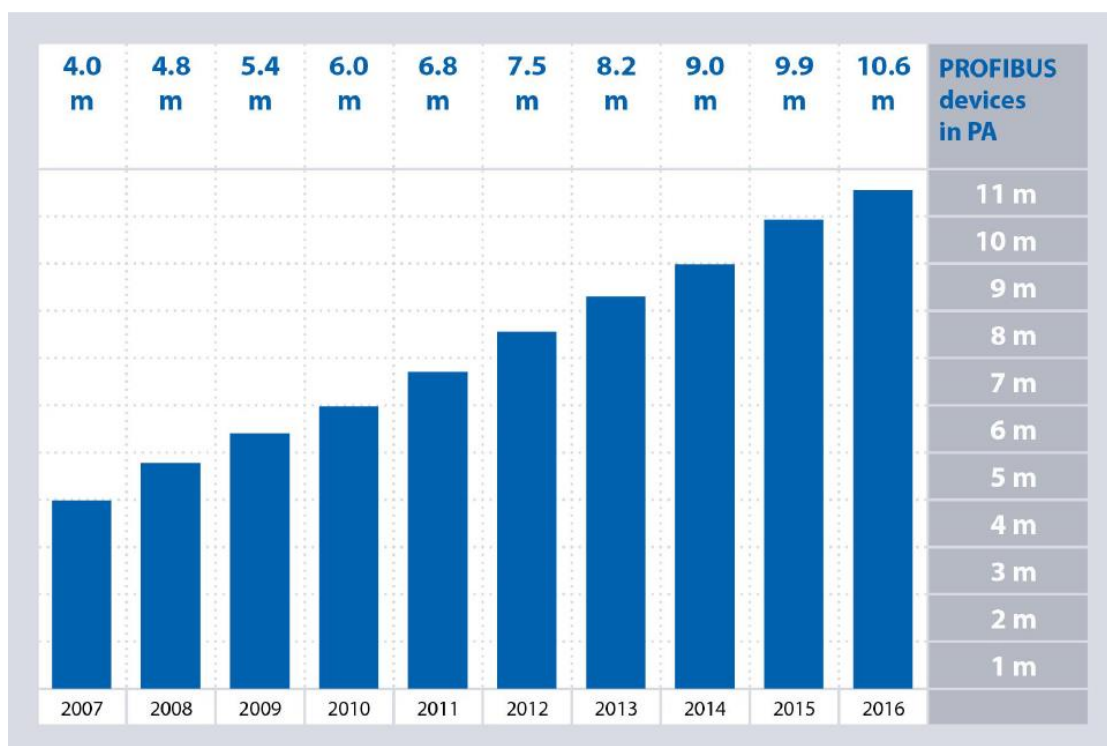
Orjien enimmäismäärä yhdessä segmentissä on 32. Tiedonsiirtonopeus taas riippuu segmentin pituudesta. Segmentin enimmäispituus ilman vahvistinta on 1200 metriä. Osoitteet määritetään jokaiselle laitteelle ja niiden täytyy olla yksilöllisiä. Ei voi siis olla kahta samaa osoitetta yhdessä väylässä. Osoitteet ovat väliltä 0-127, joista 0 on

varattu ohjelmointilaitteelle. Lisäksi osoitteet 126 ja 127 on tarkoitettu erikoiskäyttöön.

Profibus DP -väylä voidaan muodostaa väylä-, puu- tai rengastopologiaan. Fyysisellä topologialla tarkoitetaan tapaa, miten orjalaitteet on yhdistetty toisiinsa. Automaatiovarastossa käytetään väylätopologiaa, mikä on muutenkin suositeltavin tapa. Segmentin orjalaitteelle tuleva kaapeli jatkuu aina seuraavalle laitteelle. Segmentin molemmista päistä kytketään päätevastukset päälle. Päätevastusten kanssa tuleekin olla tarkkana, sillä jos jokin keskellä kenttäväylän osaa on päätevastus päällä, ei järjestelmä löydä tämän jälkeen olevia laitteita. Päätevastuksen tarkoituksena on ehkäistä haitallisia heijastuksia.

5.2 Profibus PA

Profibus PA, missä PA tulee sanoista Process Automation, on laajennettu versio Profibus DP:stä. Profibus PA on yleisimmin käytössä prosessiautomaatiossa. Väyläkaapelin mukana on mahdollista myös siirtää toimilaitteiden tarvitsemaa käyttöjännitettä, joka on tyypillisesti 24 - 30 V ja vaihtoehtoisesti 0,5 – 1 A. Tämän vuoksi sitä voidaan käyttää myös räjähdysvaarallisissa tiloissa. Profibus PA -laitteita oli vuonna 2016 asennettu maailmalla yli 10 miljoonaa (kuvio 8).



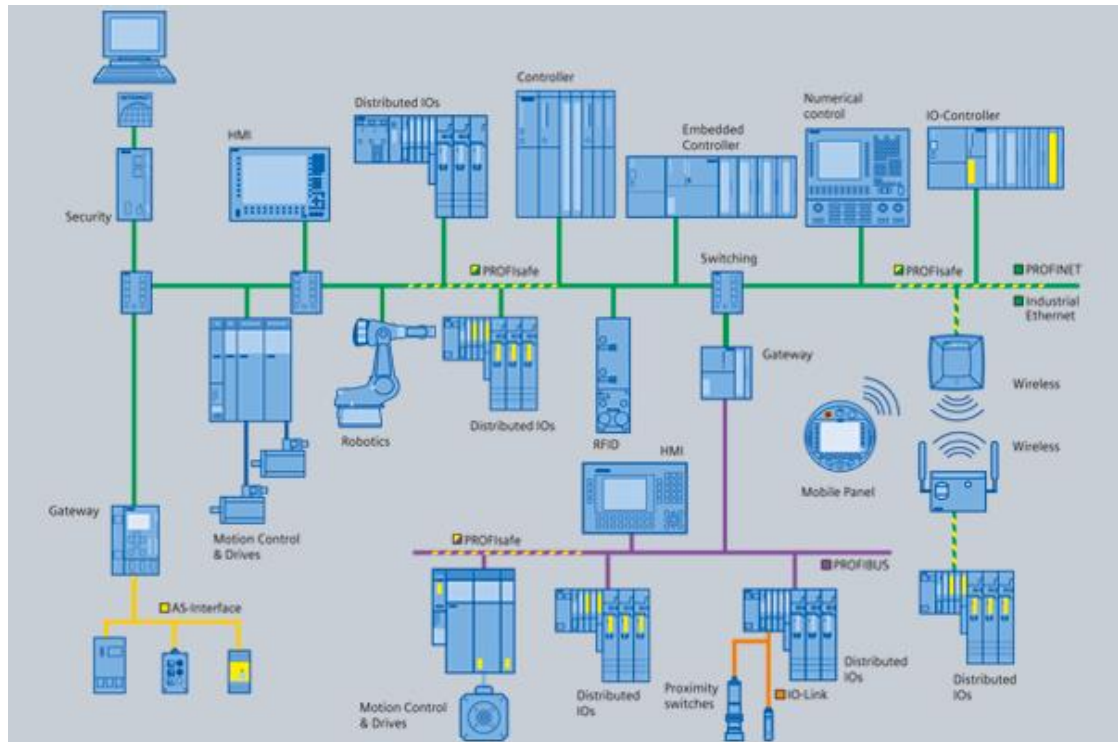
Kuvio 8. Profibus PA -laitteita maailmalla. (PI Technologies for Process Automation 2017, 12).

Profibus PA -väylä käyttää MBP -koodausta (Manchester Bus Powered) ja sen tiedonsiirtonopeus on kiinteästi 31,25 kbit/s. Profibus PA -väylä ei voi toimia itsenäisesti, vaan vaatii aina Profibus DP -väylään liittämisen. Tämä tapahtuu Profibus DP/PA -sovittimen avulla (PI Technologies for Process Automation 2017, 10-28).

Profibus PA ei ole käytössä automaatiovarastossa, mutta sitä käytetään yleisesti tuotannon puolella. Muun muassa prosessialin säiliöiden ja putkistojen venttiilien ohjaukset tapahtuvat Profibus PA:n avulla.

5.3 Profinet

Profinet (PROcess Field NET) on teollisuus-Ethernet -standardiin perustuva avoin kenttäväylä ja sen nopeus mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonsiirron. Profinet on alaspäin yhdensopiva, eli vanhemmat kenttäväylät voidaan liittää sen kanssa (kuvio 9). Profinet -väylää on mahdollista käyttää myös langattomasti (Profinet N.d.). Tätä onkin hyödynnetty automaation välivaraston roboteissa ja sen toimivuus on ollut muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta varmaa.



Kuvio 9. (Profinet N.d.).

Profinet-väylässä olevilla laitteilla täytyy määrittää IP-osoite ja yksilöllinen Profinet-ID, eli laitetunnus. Väylän ongelmien selvittelyssä hyvä ohjelma on Proneta, jolla voidaan tarkastella verkkoa ja tarvittaessa tehdä muutoksia. Proneta on Siemensin kehittämä ohjelma Profinetin diagnostiikkaan ja käyttöönottoon liittyvissä asioissa.

6 Muut kenttäväyläratkaisut

Kuten aiemmin jo todettiin, automaatiovarastossa on käytössä Profibus DP:n lisäksi muitakin kenttäväyliä tai IO-järjestelmiä. Näitä ovat muun muassa AS-i ja Beckhoffin modulaarinen IO-yksikkö.

6.1 AS-interface

AS-i (Actuator Sensor-interface) on niin sanottu alimman kenttäväylän protokolla. Tämä kenttäväylä soveltuu erityisesti automaatiojärjestelmiin, joissa on paljon yksin-

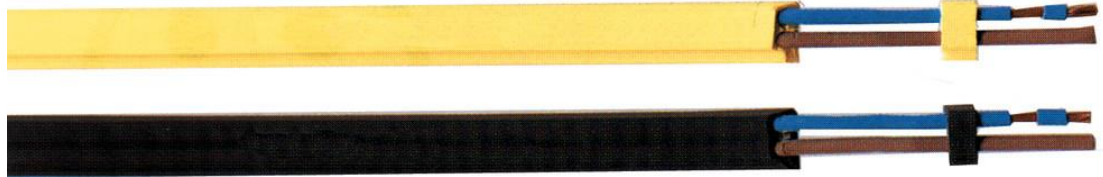
kertaisia hajautettuja laitteita, kuten antureita tai venttiileitä. AS-i-väylä voidaan liittää useimpiin tunnetuimpiin väyliin sopivan AS-i-liityntämoduulin avulla. AS-i-väylä on myös automaatiovarastossa hyvin yleisessä käytössä. Väylään on liitetty useimmat anturit ja venttiiliterminaalit, mutta väylän avulla ohjataan myös useita moottoreita Movimot-taajuusmuuttajan avulla. Automaatiovarastossa erilaisia AS-i-väylään liitettyjä antureita on karkeasti arvioituna useita satoja.

Toimilaite liitetään väylään erityisellä AS-i-kaapelilla, jonka mukana kulkee myös käyttöjännite 24 VDC (kuvio 10). Jotkut laitteet tarvitsevat lisävirtaa, joissa käytetään mustaa AS-i-kaapelia, joka on tarkoitettu vain lisävirran siirtämiseen, eikä siinä kulje dataa. Muun muassa Feston venttiiliterminaali vaatii toimiakseen lisävirran (kuvio 10). Toimilaitteet voidaan liittää väylään joko suoraan kaapelilla tai käyttämällä AS-i slave-kenttämoduulia. Kenttämoduuliin voidaan liittää esimerkiksi anturi standardin mukaisella pistokeliittimellä (kuvio 10).



Kuvio 10. AS-I kenttämoduulit ja Feston venttiiliterminaali.

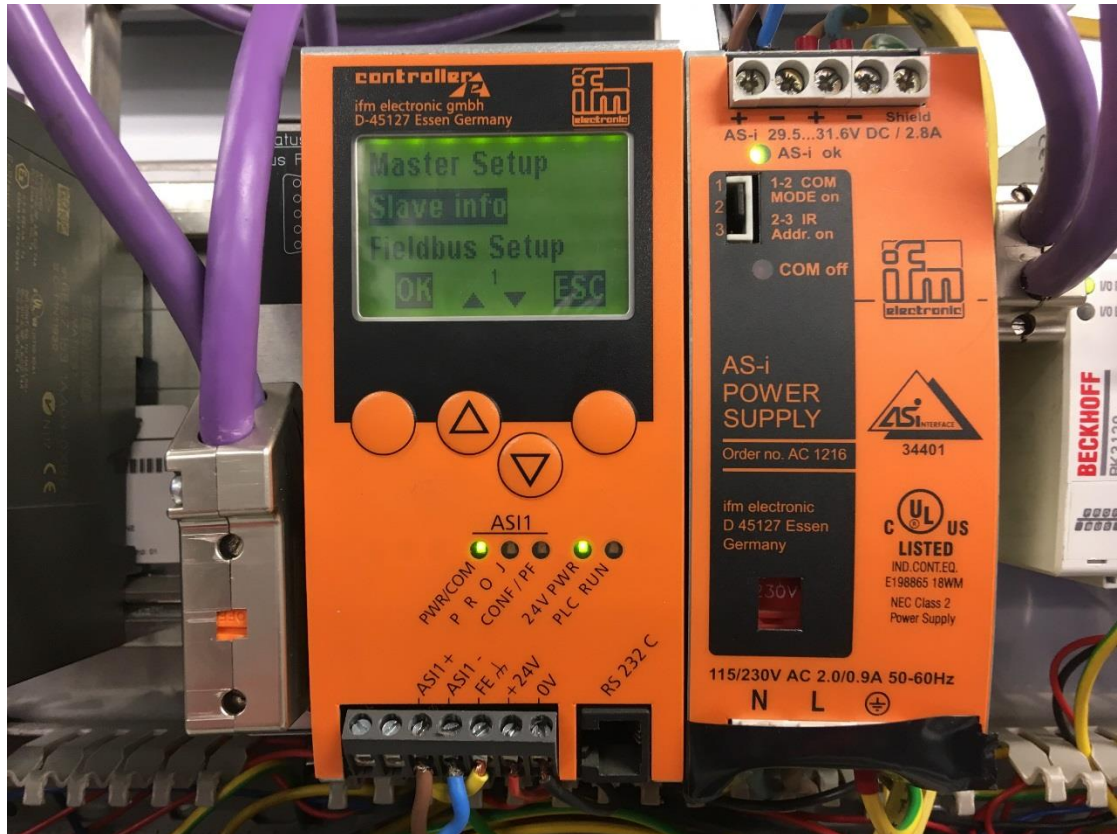
AS-i-kaapelin vaippa on itsekorjautuvaa materiaalia ja vaipan profiili on sellainen, että väärinkytkemisen mahdollisuus on pieni (kuvio 11). Liitettävässä laitteessa on ura, johon kaapeli painetaan. Laitteessa olevat piikit lävistävät vaipan ja ottavat kosketuksen halkaisijaltaan 2,5 mm² parikaapeliin (AS-interface N.d.).



Kuvio 11. AS-i-kaapelit. (OEM Automatic N.d.).

AS-i-kenttäväylässä on isäntäyksikkö (master), johon renkit (slavet) liitetään. Käytössä on mono-master-tekniikka, jossa yksi isäntä ohjaa ja valvoo renkiä. Yhdessä isäntäyksikössä voi olla enintään 31 renkeä, joista jokaisessa yksikössä voi olla enintään neljä tuloa ja 4 lähtöä. Yhdessä master-yksikössä voi siis kaiken kaikkiaan olla 248 digitaalista tuloa tai lähtöä.

Profibus-osoitteet määritellään aina vain isäntäyksikölle. Tulojen ja lähtöjen kanavat (esim. I12.0 tai Q12.0) määritellään Simatic Managerissa, johon palataan käyttöohjeessa (liite 1) tarkemmin. Kuten kuviosta 12 nähdään, Profibus DP-kaapeli liitetään AS-i-isäntäyksikköön. Profibus DP-osoite määritellään tässä tapauksessa Ifm AC1305-gatewayn paneelista, kun useimmin osoitteiden määrittystä varten on mekaaninen valintakytkin tai DIP-kytkin.



Kuvio 12. AS-I Gateway AC1305.

6.2 Beckhoff I/O-sovitin

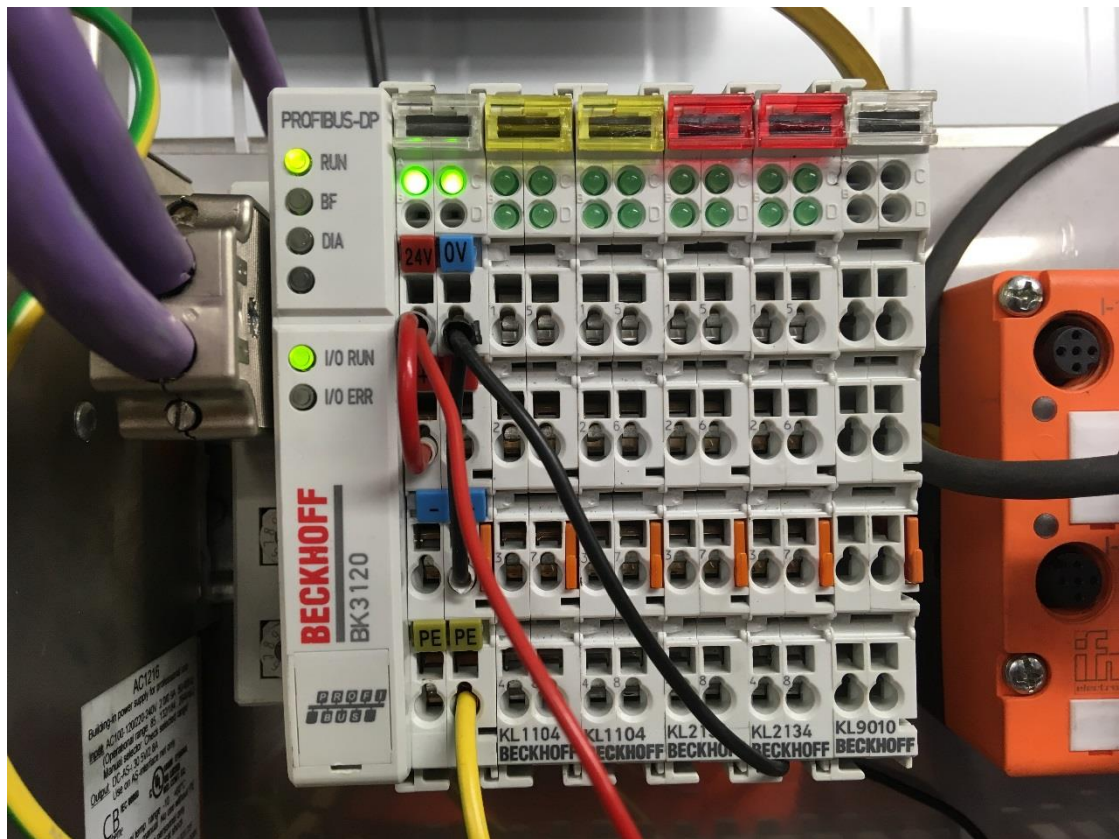
Beckhoff on tunnettu kompakteista ja nopeista kenttäväyläratkaisista (EtherCAT). Lisäksi yritys valmistaa myös muille kenttäväylille soveltuvia ratkaisuja, jotka voidaan liittää kenttäväylään I/O-sovittimen avulla.

Vaikka Beckhoffin I/O-moduuli ei ole varsinaisesti kenttäväylä, vaan Profibus DP:hen liitettävä modulaarinen I/O-yksikkö, on syytä avata hieman sen toimintaa. Kyseinen laitteisto on kuitenkin yleisesti käytössä automaatiovarastossa, enimmäkseen Cim-corp Oy:n valmistamissa portaaliroboteissa.

Modulaarinen I/O-yksikkö koostuu ns. isäntäyksiköstä, johon kytketään käyttöjännite, kenttäväyläkaapeli ja tarvittavat tulo- ja lähtökortit. Yhteen yksikköön voidaan liittää tavallisesti 64 IO-korttia, mutta K-bus-laajennuskortin avulla jopa 256 korttia. BK3120 tukee 1020 digitaalista tuloa ja lähtöä, sekä enintään 64 analogiatuloa ja -

lähtöä. IO-yksikkö on siis todella pienikokoinen, johon mahtuu huomattava määrä tuloja ja lähtöjä. Tällainen onkin erittäin tärkeä asia pientä tilaa vaativissa olosuhteissa.

Testausympäristön IO-moduulissa oli asennettuna Profibus DP-sovittimen lisäksi kaksi tulokorttia (KL1104) ja kaksi lähtökorttia (KL2134). Molempiin kortteihin voidaan kytkeä neljä anturia. Lisäksi laitteisto vaatii KL9010-kortin, joka päättää sisäisen K-väylän (kuvio 13).



Kuvio 13. Beckhoff BK3120 IO-kortteineen.

K-bus on IO-moduulin sisäinen tiedonsiirtoväylä, joka välittää tiedot isäntäyksikölle. Isäntäyksikkö välittää tiedon esimerkiksi Profibus DP-väylän kautta logiikalle.

Profibus DP-osoite määritellään Profibus-liittimen alla olevilla valintakiekoilla. Osoitteiden antamiseen ja laitteen käyttöönottoon perehdytään enemmän käyttöoppaassa (liite 1).

6.3 GSD-tiedosto

Jokaisella Profibus-väylään liitettävällä laitteella on omat yksilölliset tiedot ja tätä varten on olemassa GSD-tiedosto, jonka avulla saadaan tieto laitteesta. GSD tulee sanoista General Station Description, eli suomennettuna yleinen aseman kuvaus. Tiedosto itsessään on yksinkertainen tekstitiedosto, joka sisältää muun muassa tiedot valmistajasta, väyläparametrit ja tiedonsiirtonopeuden. Laitteelle sopivat GSD-tiedostot löytyvät laitevalmistajan sivuilta. Usein GSD-tiedoston mukana tulee myös esimerkkiohjelma laitteen testaukseen, sekä laitetta kuvaava kuva.

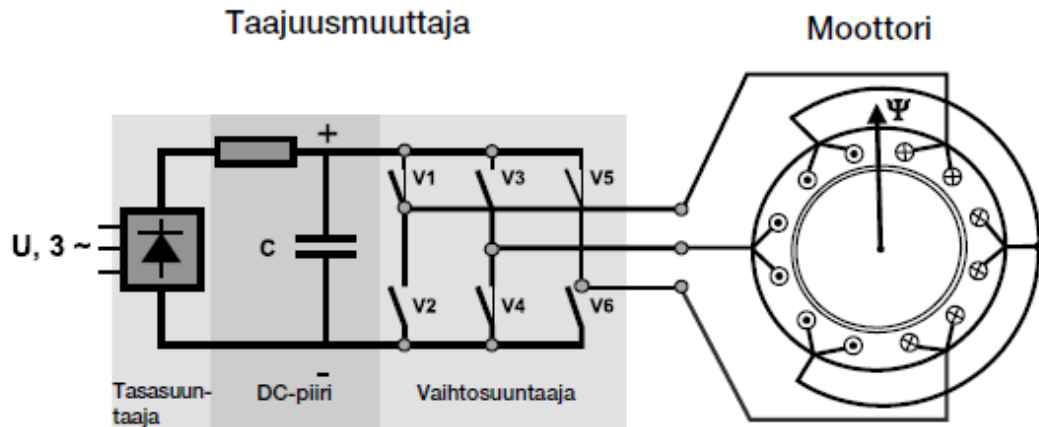
Profibus-laitetta lisättäessä Simatic Manager-ympäristössä täytyy olla tarkkana, että juuri oikea GSD-tiedosto on valittuna. Jos tiedosto ei ole oikea, järjestelmä ei tunnista laitetta ja väylä menee virhetilaan. Tällaisia tapauksia tuli työssä usein vastaan, kun saman valmistajan laitteita oli useita malleja, eikä Simatic Managerin listassa oleva nimi ollut kovinkaan tarkka.

7 Taajuusmuuttajaohjaus ja moottorit

Taajuusmuuttajan ensisijainen tehtävä on säätää portaattomasti kolmivaiheoikosulkumoottorin nopeutta taajuutta muuttamalla. Lisäksi sillä on muitakin ominaisuuksia taajuusmuuttajasta ja mallista riippuen. Taajuusmuuttajilla voidaan hoitaa erilaiset hidastukset, kiihdytykset, yms. Taajuusmuuttajaa voidaan käyttää myös ns. pehmo-käynnistykseen, joka vähentää moottorin tarvitsemaa käynnistysvirtaa ja verkon jännitteen alenemaa. (Kallio, Mäkinen & Tantarimäki 2009, 139-140). Lisäksi taajuusmuuttajan avulla saadaan erilaisia tietoja, kuten virran kulutusta, pyörimisnopeutta, jne. Ilman taajuusmuuttajaa moottori pyörisi verkon taajuuden (Suomessa 50 Hz) mukaisesti vakionopeudella.

Yksinkertaistettuna verkosta syötetty kolmivaihevirta muunnetaan tasavirraksi taajuusmuuttajan tasasuuntaajassa, josta tasavirta johdetaan DC-piiriin, missä suodataan sykkivä jännite pois. Tämän jälkeen tasavirta muunnetaan vaihtosuuntaajassa

halutuksi vaihtovirraksi ja sieltä edelleen moottorikaapeleita pitkin moottoriin. (kuvio 14).



Kuvio 14. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate (Nopeussäädettyjen käyttöjen opas N.d, 12).

Kappaletavara-automaatiossa hyvin merkittävässä roolissa ovat erilaiset moottorikäytöt. Joissain tapauksissa riittää yksinkertainen moottorin käynnistys ja pysäytys. Vaativimmissa tapauksissa täytyy moottoria ohjata hallitusti, jolloin tarvitaan muun muassa hidastuksia ja kiihdytyksiä, sekä tarkempaa tietoa prosessista. Tällaisia tapauksia ovat muun muassa kuljettimet, joilla liikutetaan korkeita tai herkästi kaatuvia pinoja.

Tiedonsiirto taajuusmuuttajan ja logiikan välillä tapahtuu yleensä prosessiviesteillä. Taajuusmuuttajalle annetaan muun muassa käynnistys- ja pysäytyskäsky, sekä taajuusohje, jolla säädetään moottorin nopeutta. Tämän lisäksi laitteiden välillä liikkuu muutakin tietoa, kuten virrankulutus, tila ja todellinen nopeus, sekä käyttäjän itse määrittämiä tietoja. Tiedonsiirto on siis kaksisuuntainen. Näitä prosessidataa sisältäviä kommunikointiobjekteja kutsutaan taajuusmuuttajan valmistajasta riippuen muun muassa lyhenteillä PD, PPO tai PO.

Jokaisella taajuusmuuttajavalmistajalla on oma tapansa toimia ja valmistaa erilaisia ohjelmia. Sen takia onkin syytä tutkia perusteellisesti uuden taajuusmuuttajan käyt-

töohje. Valmistajien ohjekirjat sisältävät usein perusohjeiden lisäksi hyödyllistä tietoa käytettävistä kenttäväylistä. Taajuusmuuttajia kannattaa testata aina ennen varsinaista käyttöönottoa, varsinkin mallin tai valmistajan vaihtuessa.

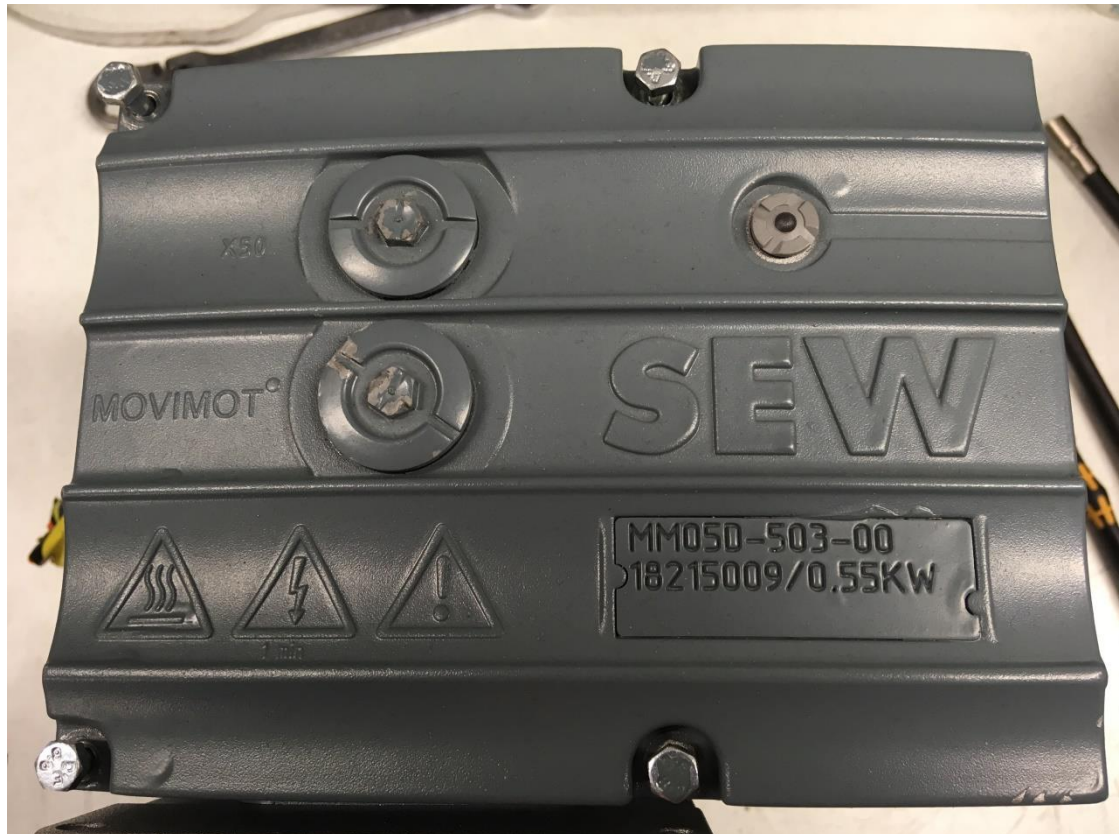
Taajuusmuuttajaa valittaessa täytyy selvittää, moottorin koko ja käyttöolosuhteet. Moottorin tiedot löytyvät moottorin tyyppikilvestä. Taajuusmuuttajan on kyettävä tuottamaan moottorin tarvitsema virta ja teho. Lisäksi on tarkistettava käytettävä syöttöjännite. (Sähkökäytön mitoitus N.d., 24)

7.1 PPO-kommunikointiobjektit

PPO on lyhenne sanoista Parameter/Process Data Object ja tarkoittaa Profibus DP:n kommunikointiobjektia. PPO-tyyppejä on erilaisia ja olennaisin ero on sanoman pituus. PPO-rakennetta voisi kutsua tavarajunaksi, jonka yksi vaunu kuljettaa kumpaankin suuntaan tarvittavaa tietoa eli prosessidataa (Häkkinen 2016). Oleelliset kommunikointiobjektit ovat ohjaussana (CW), taajuusohje (REF), tilasana (SW) ja aktuaaliarvo (ACT). Ohjaussanalla taajuusmuuttajalle annetaan käynnistys- ja pysäytyskäsky. Taajuusohjeella määritetään taajuusmuuttajan nopeus. Tilasana kertoo taajuusmuuttajan tilan, ja aktuaaliarvo kertoo todellisen taajuusarvon.

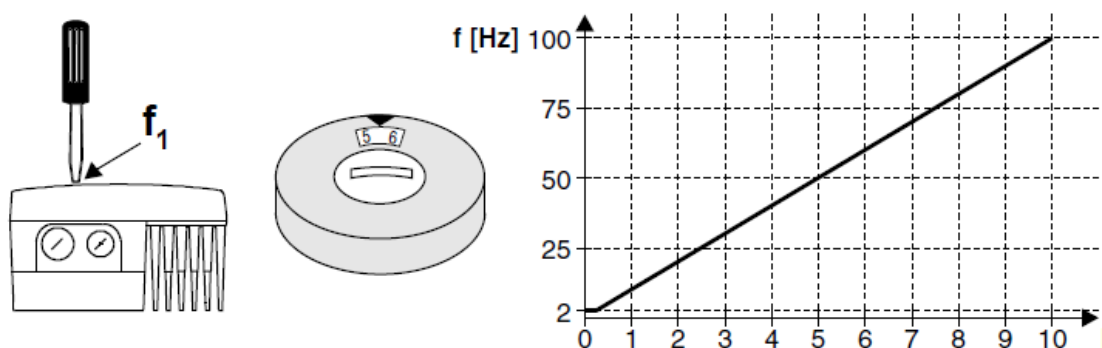
7.2 SEW Movimot

SEW Eurodriven valmistama Movimot on pienikokoinen taajuusmuuttaja, joka on suunniteltu erityisesti hajautetuille laitteille. Movimot toimitetaan yleensä moottorin ja taajuusmuuttajan yhdistelmänä. Moottorin ja taajuusmuuttajien yhdistelmiä on tarjolla 0,37 kilowatista 4 kilowattiin (Vaihdemoottori ja taajuusmuuttaja MOVIMOT, N.d). Movimotin kannesta löytyy tyyppinumeron lisäksi tieto, minkä kokoiselle moottorille se on tarkoitettu (kuvio 15).



Kuvio 15. SEW Movimot.

Kuviossa 16 oleva Movimot on AS-i-ohjattu taajuusmuuttaja. Moottorin nopeutta säädetään toisen ruuvattavan peitelevyn alta löytyvällä säätökiekolla (kuvio 17). Toisen peitelevyn (X50) alla on liitin, johon voidaan liittää diagnostiikkatyökalu tai tietokone erillisen kaapelin avulla.

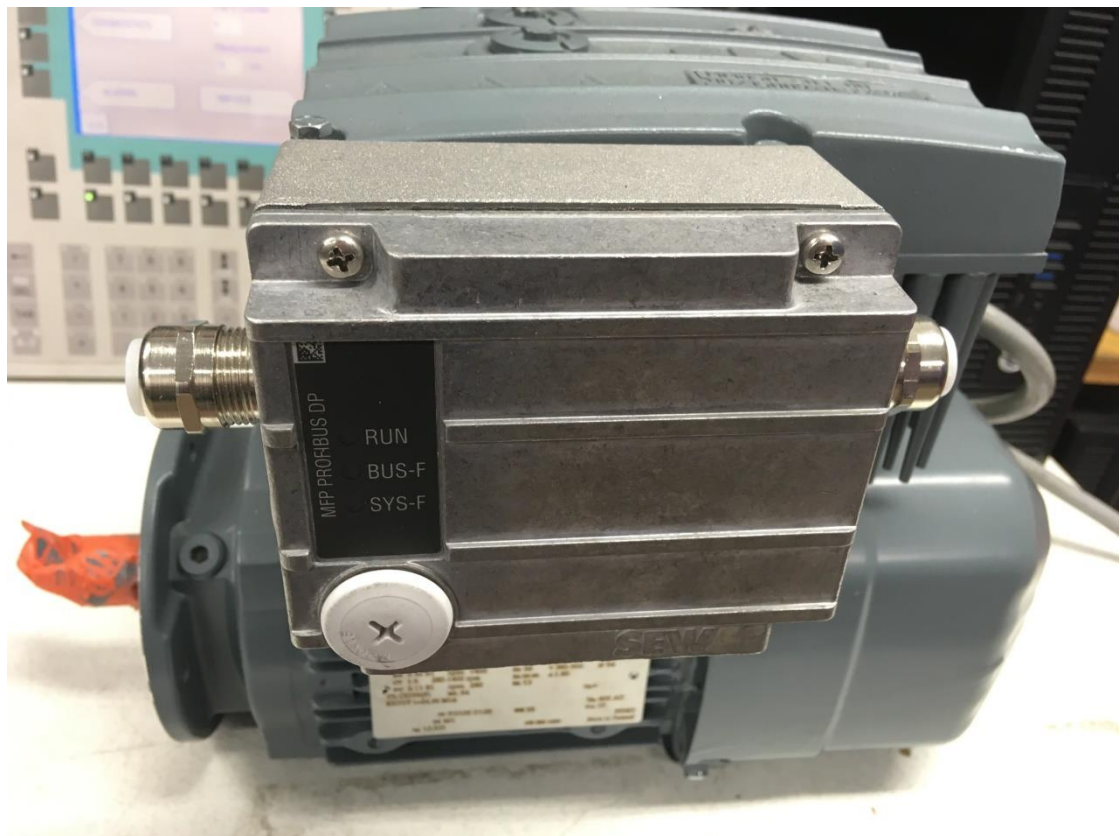


Kuvio 16. Taajuuden säätö. (Käyttölaitejärjestelmä PROFIBUS-liitäntöjen, kenttäjako-
laitteiden hajautettuun asennukseen. 2008).

Movimot-taajuusmuuttajia on tarjolla useille eri kenttäväylille, kuten Profibus, AS-i, DeviceNet, INTERBUS ja CANopen. Käyttöönotto ja säätäminen on nopeaa ja yksinkertaista kannesta löytyvän säätökiekon avulla, mutta tarkemmat parametrit täytyy asettaa Movitools MotionStudio-ohjelman avulla (Vaihdemoottori ja taajuusmuuttaja MOVIMOT, N.d). Ohjausjärjestelmästä riippuen Movimotista löytyvät tarvittavat DIP-kytkimet esimerkiksi Profibus-osoitteen valitsemiseen.

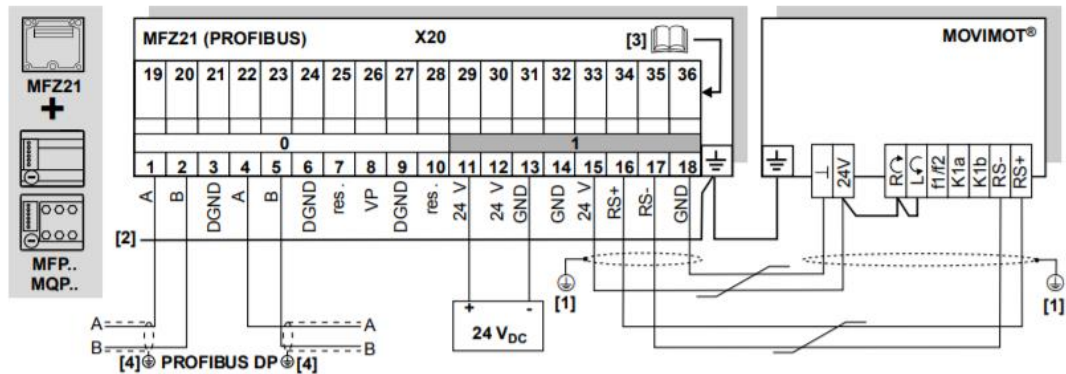
7.2.1 Movimot Profibus DP-ohjaus

Automaatiovaraston viimeisimmässä laajennuksessa otettiin käyttöön Movimot, jossa oli MFP21D Profibus DP-ohjausmoduuli (kuvio 17). Aiemmat automaatiovarastossa käytetyt Movimotit olivat AS-i-ohjattuja. Kannen alta löytyy ohjausjännitteen ja Profibus-kaapelin kytkentöjen lisäksi Profibus-osoitteen määrittämiseen tarkoitettu DIP-kytkin.



Kuvio 17. Movimot Profibus DP-moduuli.

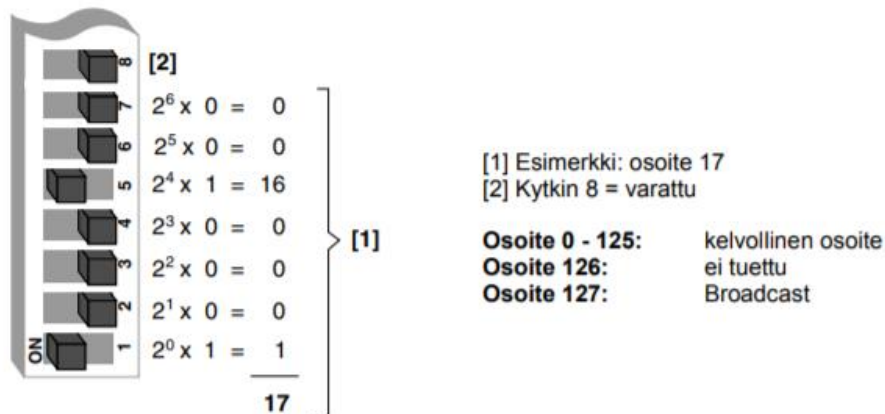
Profibus DP -kaapeli ja 24 VDC ohjausjännite kytketään kuvion 18 mukaisesti. Lisäksi moottorin pyörimissuunnan vaihtoa varten vaaditaan ohjausjännite 24 VDC.



Kuvio 18. Profibus- ja ohjausjännitteen kytkennät (Käyttölaitejärjestelmä PROFIBUS-liitäntöjen, kenttäjakolaitteiden hajautettuun asennukseen 2008, 42).

Profibus-osoite asetetaan kuvion 19 mukaisesti. DIP-kytkimet löytyvät Profibus-moduulin kannen alta.

9. Aseta PROFIBUS-osoite kenttäväyläliittynällä MFP / MQP. PROFIBUS-osoite asetetaan DIP-kytkimillä 1 - 7 (tehdasasetus: osoite 4).



Kuvio 19. Profibus-osoitteen asettaminen. (Käsikirja 2008, 74).

Osoitteen lisäksi Movimotin kannesta voidaan määrittää ramppi, minimi- ja maksimitaajuus (kuvio 20).

käyttöönottomittauksista. Otettaessa taajuusmuuttajaa käyttöön suositellaan luke-
maan ohjekirja huolellisesti ja kiinnittämään huomiota näihin asioihin. Ohjekirjaa
voisi pitää myös jonkinlaisena oppikirjana, eikä pelkästään laitteiden käyttöön ja
asennukseen tarvittavana käyttöohjeena. Tässä työssä onkin turha lähteä avaamaan
enempää ohjekirjaa, vaan suositellaan testausympäristöön tutustuttaessa käyttä-
mään ohjekirjaa apuna.

Vaconin taajuusmuuttajat tarvitsevat erillisen Profibus DP-lisäkortin toimiakseen Pro-
fibus DP-väylässä. Lisäkortteja NX-malliin on kahta tyyppiä: OPT-E ja OPT-D. Näissä ei
ole muuta eroa kuin kenttäväyläkaapelin liitos. Toiseen lisäkorttiin käy perinteinen
Profibus DP-liitin ja toisessa mallissa on ns. ruuviliitin, johon kytketään suoraan Profi-
bus-kaapelin johtimien päät.

Täytyy huomioida, että poikkeuksena yleisimpiin Profibus DP-väylään liitettäviin lait-
teisiin, jo Vaconin parametrien määrittämisessä täytyy asettaa Profibus-osoitteen lisäk-
si oikea PPO-tyyppi. Muuten väyläyhteys ei toimi oikein.

7.3.1 Vacon NX:n PPO

Vaconin ohjekirjasta löytyy kattavasti tietoa eri PPO:n eli kommunikointiobjektin käy-
töistä ja merkityksistä. Vacon NX-taajuusmuuttajan Profibus DP-kortissa PPO-
tyyppejä on valittavana viisi erilaista vaihtoehtoa. Kaikkein yksinkertaisin on PPO 3,
jossa käsitellään vain taajuuteen ja moottorin tilaan liittyvää prosessidataa (kuvio
21).

	Parameter Field			Process Data Field									
	ID	IND	VALUE	CW	REF	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8
				SW	ACT	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8
PPO 1													
PPO 2													
PPO 3													
PPO 4													
PPO 5													

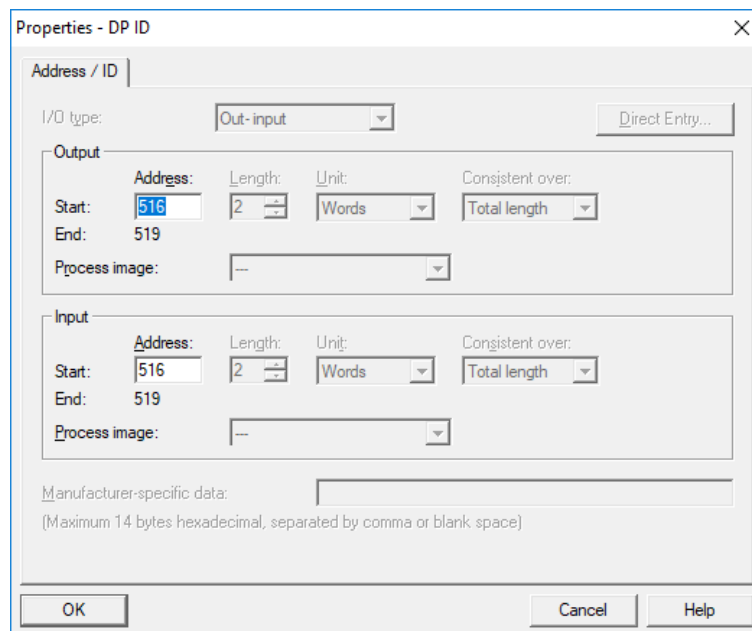
Kuvio 21. Vacon PPO.

Alla olevassa listassa testausympäristön kannalta merkittävimmät PPO-tyyppiin liittyvät sanat:

- CW – Control world, ohjaussana
- REF – Reference value, taajuusohje
- SW – Status world, tilasana
- ACT – Actual value, todellinen arvo

Jokainen objekti varaa 16 bittiä, eli 2 tavua. Ohjaussanalla annetaan käynnistyskäsky ja taajuusohjeella määritetään taajuusmuuttajan nopeus. Tilasana ilmoittaa taajuusmuuttajan tilan ja todellinen arvo (ACT) kertoo taajuuden todellisen arvon. Simatic Managerin HW-asetuksissa määritellään laitteen tulo- ja lähtöalueet (IO-alueet).

Esimerkkinä voitaisiin valita PPO3-kommunikointityyppi ja asetettaisiin IO-alueet kuvion 22 mukaisesti. Tällöin taajuusmuuttajalle lähtevät ohjaussanat olisivat: CW PQW256 ja REF PQW258. Logiikalle tulevat tulokset olisivat: SW PIW256 ja ACT PIW258. PIW tarkoittaa Peripheral Input Word ja PQW Peripheral Output Word.



Kuvio 22. IO-alueet.

7.3.2 Vacon parametrit

Taajuusmuuttajan parametrit voidaan määritellä siihen soveltuvalla erillisellä ohjelmalla. Vanhempiin malleihin käytetään NCDrive-ohjelmaa ja uudempiin malleihin taas Vacon Live-ohjelmaa. Ohjelman lisäksi tarvitaan kommunikointiin soveltuva kaapeli. Usein taajuusmuuttajan parametreista on otettu varmuuskopio, joka on hyödyllinen taajuusmuuttajan vaihdon yhteydessä. Uuden taajuusmuuttajan asennuksen jälkeen ei tarvitse muuta kuin ladata varmuuskopioidut parametrit ohjelman avulla laitteeseen ja käyttöönotto on valmis.

Parametrit voidaan asettaa myös taajuusmuuttajan ohjauspaneelistä, mutta tätä käytetään ainakin automaatiovarastossa harvoin, tämä tapa on erittäin hidasta ja virheiden määrä lisääntyy. Ohjauspaneelia käytetään enimmäkseen häiriöiden kuitaukseen tai tiettyjen arvojen tarkastamiseen.

Liitettäessä ensimmäistä kertaa Vaconin taajuusmuuttajaa testausympäristön järjestelmään, laitettiin parametrit suoraan ohjauspaneelistä, koska ei ollut olemassa valmiita parametrejä. Jälkeen päin todettuna tämä tapa oli huomattavasti hankalampaa kuin tietokoneohjelmaa apuna käyttäen.

7.3.3 Vianselvitys

Taajuusmuuttajissa on oma diagnosointiominaisuus, joka tutkii mahdollisia vikatilanteista ja antaa siitä häiriökoodin. Yleensä ilmoitetaan ainoastaan virhekoodi, jonka tarkoitus täytyy selvittää laitteen ohjekirjasta. Vianselvityksessä suositellaan kuitenkin käyttämään hieman harkintaa virhekoodien osalta. Joskus nimittäin virheilmoitus saattaa olla harhaanjohtava ja aiheuttaa turhaa lisätyötä. Esimerkkinä tilanne, jossa taajuusmuuttajan virhe koodi antoi ymmärtää, että moottorin kaapeli olisi viallinen, mutta todellisuudessa taajuusmuuttaja itsessään oli vikaantunut. Tällaisissa tapauksissa suositellaan tekemään tarvittavat mittaukset vian paikallistamiseksi.

8 Työn toteutus ja alkuvalmistelut

Testausympäristöä tarkasteltaessa todettiin, että osa laitteista oli viallisia tai siihen kuuluvia osia oli käytetty varaosiksi tai muuhun käyttöön. Lisäksi laitteistossa oli puutteita, jotka täytyi korjata ennen kuin varsinaista testausta voitiin suorittaa. Suunnitteluvaiheessa kartoitettiin muutostarpeet ja tarpeelliset päivitykset. Järjestelmää päivitettiin osittain kunnossapidon yhteistyöllä. Lisäksi automaatiovaraston tekniseltä asiantuntijalta saatiin apua useaan ongelmaan.

Turvallisuussyistä 230 VAC laitteet, joissa on jännitteellisiä ja käsinkosketeltavia osia, kuuluisi sijoittaa ovelliseen kaappiin. Testausympäristöä käyttävät kuitenkin sähköalan ammattilaiset ja laitteet kuuluvat normaalisti ohjauskaappeihin. Lisäksi järjestelmään kytketään virta vain sitä käytettäessä, joten ei katsottu tarpeelliseksi siirtää laitteita testipöydältä, koska sen käytettävyyks olisi kärsinyt liikaa. Jännitteiset ja käsinkosketeltavissa olevat osat kuitenkin suojattiin tahattomalta koskettamiselta.

Järjestelmässä oli paljon ylimääräisiä kaapeleita ja johtimia, sekä rikkoutuneita laitteita. Johdotuksia siistittiin ja rikkoutuneet laitteet korvattiin toimivilla tai poistettiin käytöstä. Kun tarvittavat siivoukset saatiin tehtyä, päästiin aloittamaan varsinainen työ. Tästä enemmän liitteessä 1.

8.1 Turvalliset työmenetelmät

Valio Oy Jyväskylä on vastuullinen työnantaja ja pitää huolen, että työntekijöillä on asianmukainen koulutus ja pätevyys työn edellyttämiin tehtäviin. Kaikille automaatiovaraston kunnossa- ja käynnissäpitäjille järjestetään työn edellyttämät koulutukset ja niiden voimassaoloaikaa seurataan erillisellä taulukolla. Koulutuksia ovat muun muassa SFS 6002-standardin mukainen sähkötyöturvallisuus, hätäensiapukurssi ja työturvallisuuskurssi. Lisäksi jokainen työntekijä on saanut tehtäväkohtaisen perehdytyksen. Näistä huolimatta ei ole liioiteltua painottaa turvallisten työtapojen noudattamista.

Opinnäytetyötä tehtäessä noudatettiin erityistä varovaisuutta ja tiedostettiin mahdolliset vaaratilanteet. Testausympäristö tehtiin aina jännitteettömäksi, kun laitteisiin tehtiin muutoksia. Jännitteettömyys tarkistettiin aina asianmukaisella jännitteenkoettimella. Sähköiskun vaaran lisäksi laitteet ovat herkkiä rikkoutumaan, jos laitteita irrotetaan tai kytketään jännitteisinä.

8.2 Laitteiden asennus ja kaapelointi

Monisäikeisten kaapeleiden liittämisessä liittimiin täytyy käyttää aina asianmukaisia ja oikeankokoisia pääteholkkeja. On ollut tapauksia, joissa johtimen irralliset säikeet ovat aiheuttaneet oikosulun ja aiheuttaneet toimilaitteen vikaantumisen. Lisäksi tällainen tilanne voi aiheuttaa esimerkiksi tulipalon tai muun vaaratilanteen.

Profibus-kaapelin kuorimiseen käytettiin siihen tarkoitettua Profibus DP kuorimistyökalua. (kuvio 23). Oikein käytettynä työkalulla saatiin siistiksi kuorittu kaapeli. Työkalun käyttö oli suhteellisen yksinkertaista. Työkalussa on kaksi terää, joista ensimmäinen kuorii kaapelin ulkokuoren jättäen teräsvaipan. Toinen terä kuorii tarvittavan pituisen osan kaapelista, että se soveltuu käytössä olevaan liittimeen. Oikeat menetelmät ja kytkennät varmistavat kenttäväylän varman toiminnan. Työn aikana tuli vastaan tilanteita, joissa kenttäväylä meni häiriötilaan, kun kaapelissa oli huono kosketus tai maadoitus oli huonosti kytketty.



Kuvio 23. Profibus-kuorimistyökalu. (Siemens. N.d.)

Laitteiden mekaanisten ja sähköisten asennusten jälkeen voitiin aloittaa laitteiden käyttöönotto Simatic Manager-ohjelmalla.

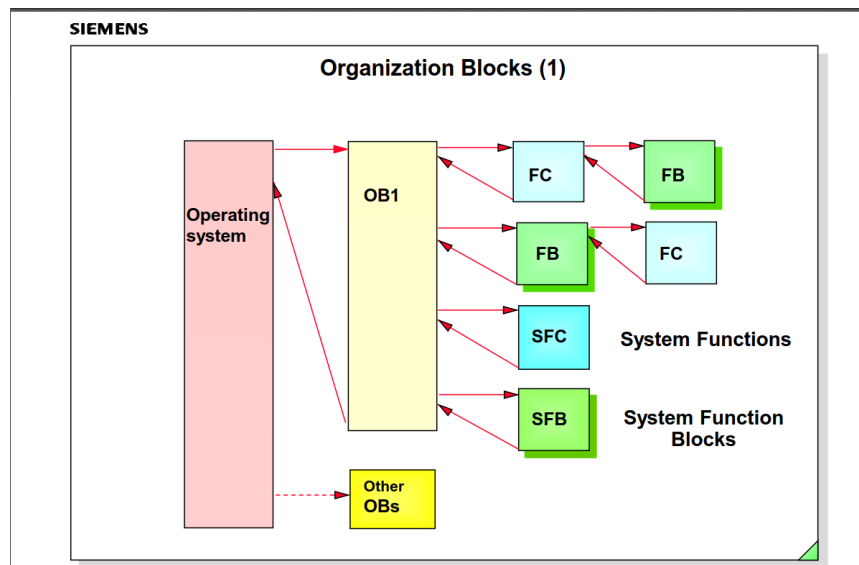
9 Simatic Manager S7

Simatic Manager S7 on Siemensin kehittämä ohjelmisto Siemensin logiikoille. Ohjelmalla määritetään laitteiston kokoonpano ja ohjelmoidaan logiikkaohjelmat PLC:lle. Lisäksi sillä voidaan monitoroida käytössä olevia ohjelmia ja hyödyntää tätä apuna esimerkiksi vian selvityksessä. Vaikka ohjelma on kehitetty jo 1995, on se edelleen teollisuudessa runsaassa käytössä. Myös automaatiovarastossa käytetään tätä ohjelmaa.

Tia Portal on Simatic Manager S7:n seuraaja ja teollisuus on alkanut hiljalleen siirtyä tämän uudemman ohjelmiston käyttöön. Tia Portalin yksi eduista on modernimman käyttöliittymän lisäksi ohjelman sisäänrakennettu valvomosuunnittelutyökalu. Aiemmin valvomot ja HMI-ohjelmat suunniteltiin erillisillä ohjelmilla, kuten WinCC:llä, WinCC Flexiblellä tai Wonderware Intouchilla. Tässä työssä käytettiin kuitenkin perinteistä Simatic Manageria, koska se oli käytössä pääpiirteittäin kaikissa automaatiovaraston logiikoissa, eikä suunnitelmissa siirtyä uudempaan versioon ollut vielä tiedossa. Oman kokemuksen pohjalta voin kuitenkin sanoa, että siirtyminen vanhasta Simatic Managerista Tia Portalin käyttöön on suhteellisen helppoa ja nopeaa. Perusperiaatteet ovat säilyneet samoina, joskin uudemmassa versiossa osa toiminnoista on tehty helpommaksi.

Työssä ei ollut tarkoitus lähteä syvemmin avaamaan logiikkaohjelmointia, koska olennaisinta oli saada käsitys Profibus DP-kenttäväylästä ja siihen liitettävistä laitteista, sekä aliväylistä, sekä niiden määrittämisestä. On kuitenkin syytä hieman avata tärkeimpiä asioita, kuten pääohjelmat (OB) ja aliohjelmat (FB ja FC). Lyhyesti sanottuna siis ohjelmistorakenne koostuu siten, että pääohjelma OB kutsuu aliohjelmia (FB ja FC). Function Block eroaa function-aliohjelmasta siten, että sille on varattu oma

muistitietokanta DB (Data Block). Data Blokkeja on kahta tyyppiä; FB:n sisäisiä ja yhteisiä, joita voidaan käyttää globaalisti kaikkien ohjelmien kesken. (kuvio 24).



Kuvio 24. Simatic PLC:n ohjelmarakenne. (Siemens N.d.).

Simatic Managerin käytöstä enemmän käyttöoppaassa (liite 1).

10 Tulokset

Kehittämistyön tuloksena saatiin kasattua kohtuullisen laaja ja yksityiskohtainen käyttöohje kunnossapidolle. Projektin edetessä tehtiin muistiinpanoja ja kerättiin tärkeimpiä materiaaleja ja kuvia. Näistä sitten koottiin lopuksi yhteenveto, jonka perusteella laadittiin käyttöohje.

Tulosten perusteella voitiin todeta, että testausympäristöön voidaan liittää käytännössä kaikki automaatiovarastossa olevat yksittäiset laitteet ja testata niitä onnistuneesti.

Alunperäisen suunnitelman tarkoituksena oli käydä käyttöohje läpi yhdessä toimeksiantajan ja kunnossapidon henkilöstön kanssa. Valitettavasti työpaikka ehti vaihtua kesken opinnäytetyöprosessin, joten tästä suunnitelmasta jouduttiin luopumaan.

Lisäksi oli tarkoitus laatia jonkinlainen kyselylomake käyttöohjeen käytettävyydestä. Jatkoa ajatellen olisi tarkoitus, että kunnossapidon henkilöstö päivittäisi itse tämän työn tuloksena saatua käyttöohjetta ja pitäisi sen ajan tasalla.

11 Johtopäätökset ja pohdinta

Työ oli sopivan haastava ja toi projektin edetessä yllättäviä haasteita, joita ei ennakkoon osannut arvata. Ongelmiin kuitenkin löytyi aina ratkaisu, joko haastatteleamalla teknistä asiantuntijaa tai hakemalla ratkaisua ohjekirjoista tai muista materiaaleista. Yleisimmät ongelmat tulivat laitteiden määrittämisessä Simatic Managerissa, kun saman valmistajan laitteita oli useita erilaisia ja tuli ristiriitoja GSD-tiedostojen kanssa.

Työtä olisi voinut laajentaa loputtomiin ja siinä mielessä kohde oli erittäin mielenkiintoinen. Projektia jouduttiin kuitenkin rajaamaan useaan otteeseen, ettei kirjallisen osuuden laajuus paisuisi liian suureksi. Rajauksista huolimatta työn laajuus ylitti reilusti asetetut tavoitteet. Tämä olisi voitu välttää rajaamalla aihealue esimerkiksi pelkästään muutamaan toimilaitteeseen, mutta siitä olisi kärsinyt idea testausympäristön käytöstä.

Projekti saatiin kuitenkin suhteellisen hyväksi paketiksi, jonka pohjalta sitä on tulevaisuudessa mahdollista täydentää. Lisäksi se antanee edellytykset sekä henkilöstön kehittämiseksi logiikkaympäristössä, että tulevan kenttäväyläkartoituksen tekemiseksi.

Lähteet

AS-interface. FOCUS ON THE ESSENTIALS - AUTOMATING WITH AS-INTERFACE. Artik-
keli AS-interfacen sivustolla. Viitattu 31.3.2018. [http://www.as-
interface.net/knowledge-base](http://www.as-interface.net/knowledge-base)

Danfoss Drives lyhyesti. N.d. Esittely Danfossin sivustolla. Viitattu 24.2.2018.
<http://drives.danfoss.fi/danfoss-drives/about/#/>

Hallituksen toimintakertomus ja tilinpäätös 2016. Valio Oy. Viitattu 6.2.2018.
<https://www.valio.fi/yritys/yritystieto/>

Jyväskylän meijerissä tehdään erikoismaitoja koko Suomeen. 2016. Artikkel Valio
Oy:n sivustolla. Viitattu 6.2.2018.
[https://www.valio.fi/yritys/artikkelit/jyvaskylan-meijerissa-tehdään-erikoismaitoja-
koko-suomeen/](https://www.valio.fi/yritys/artikkelit/jyvaskylan-meijerissa-tehdään-erikoismaitoja-koko-suomeen/)

Kallio, R., Mäkinen, J.J., Tantarimäki, R. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja auto-
maatioasennukset. 1. p. Keuruu: Otava.

Kenttäväylätuotteet ja integraatoratkaisut. N.d. Artikkel ABB:n sivustolla. Viitattu
31.3.2018.
<http://new.abb.com/control-systems/fi/kenttavaylatuotteet-ja-integraatoratkaisut>

Kilian, J. & Weigmann, G. 2003. Decentralizaion with PROFIBUS DP/DPV1. 2. uud. p.
Erlangen: Publicis Corporate Publishing.

Käyttölaitejärjestelmä PROFIBUS-liitäntöjen, kenttäjakolaitteiden hajautettuun asen-
nukseen. 2008. Käsikirja SEW Eurodriven sivuilla. Viitattu 10.3.2018.
<https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/16668944.pdf>

Nopeussäädettyjen käyttöjen opas. Tekninen opas nro 4. N.d. Opas ABB:n sivustolla.
Viitattu 7.2.2018.
[https://library.e.abb.com/public/32f0404329db7689c1256d2800411f0a/Tekninen_o
pas_nro4.pdf](https://library.e.abb.com/public/32f0404329db7689c1256d2800411f0a/Tekninen_opas_nro4.pdf)

Häkkinen, V-M. 2016. Opettaja. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Luento Ohjaus- ja
säätötekniikan kurssilla keväällä 2016.

OEM automatic. Verkkokauppa. Viitattu 31.3.2018.
[http://www.oem.fi/Tuotteet/KaapectiLiitantatekniikka/KaapectiVaylakaapeli/AS-
i_vaylakaapeli/823051-314338.html](http://www.oem.fi/Tuotteet/KaapectiLiitantatekniikka/KaapectiVaylakaapeli/AS-i_vaylakaapeli/823051-314338.html)

PI Technologies for Process Automation. Artikkel Profibus-sivustolla. 2017. Viitattu
24.3.2018. <https://www.profibus.com/download/profibusbasic-slide-set/>

Profinet. Artikkel Profibus-sivustolla. N.d. Viitattu 3.4.2018.

[http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden tuotteet ja ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/teollinen tiedonsiirto esim_profinet/profinet.htm](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/teollinen_tiedonsiirto_esim_profinet/profinet.htm)

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Tampere: Juventus Print Oy.

Sundquist, M. 2008. Teollisuusautomaation tiedonsiirtoliikenne, Turvaväylät. Multi-print Oy.

Simatic Automaatiojärjestelmät S7-400 CPU:n tiedot. N.d. Siemensin Referenssikäsikirja Siemensin sivustolla. Viitattu 31.3.2018.

http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/s7_400/simatic-s7-400-cpu.pdf

Sähkökäytön mitoitus. N.d. Artikkel ABB:n sivustolla. Viitattu 3.4.2018.

https://library.e.abb.com/public/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/Tekninen_opasnro7.pdf

Vaihdemoottori ja taajuusmuuttaja MOVIMOT. N.d. Artikkel SEW Eurodriven sivustolla. Viitattu 18.1.2018.

[https://www.sew-eurodrive.fi/products/decentralized drives mechatronics/gearmotors with inverter movimot/gearmotors with inverter movimot/gearmotors with inverter movimot-2.html](https://www.sew-eurodrive.fi/products/decentralized_drives_mechatronics/gearmotors_with_inverter_movimot/gearmotors_with_inverter_movimot/gearmotors_with_inverter movimot-2.html)

Vacon NX AC Drives. OPTC3/C5 Profibus DP Option Board. Valmistajan käsikirja. 2012.

Valio ajan hermoilla jo vuodesta 1905. 2013. Artikkel Valio Oy:n sivustolla. Viitattu 23.12.2017.

<https://www.valio.fi/yritys/artikkelit/valio-ajan-hermolla-jo-vuodesta1905/>

Valion tuotantolaitokset Suomessa. 2016. Artikkel Valio Oy:n sivustolla. Viitattu 6.2.2017.

<https://www.valio.fi/yritys/artikkelit/valion-tuotantolaitokset-suomessa/>

Vilkkä, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uud. p. Jyväskylä: PS-kustannus.

Liitteet

Liite 1. Testausympäristön käyttöopas erillisenä asiakirjana.

Automaatiovaraston testausympäristö Käyttöopas

Olli Kotilainen

Huhtikuu 2018

Taulukko 1. Revisiointi.

Versio	PVM	Tekijä	Kommentti
1.0	1.4.2018	O.K.	Esimerkki. Lisätty kappale 4.1

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Testausympäristö	5
3	Esivalmistelut ja turvallinen työskentely.....	7
3.1	Profibus DP-kaapelin liittimet	8
3.2	Ohjausjännite	9
4	Simatic Manager.....	10
4.1	Projektin luominen	10
4.2	HW Config.....	12
4.2.1	Kokoonpanon lataaminen logiikkaan	16
4.3	Diagnostiikka	18
4.4	Varmuuskopiointi ja palautus	19
5	Taajuusmuuttajat	20
5.1	Vacon NXL.....	20
5.1.1	Taajuusmuuttajan parametrit ja lataaminen PLC:lle.....	23
5.1.2	Käyttöönotto ja testaus	25
5.2	SEW Movimot	29
5.2.1	Taajuusmuuttajan lisääminen järjestelmään	31
6	Muut laitteet	31
6.1	Ifm As-I master AC1305.....	33
6.1.1	Asi-väylän laitteet	36
6.2	Beckhoff BK3120	37
6.3	Ifm AL1010 IO-Link	39
6.4	NetPro-työkalu	41
7	Testauksen päätteeksi.....	42

Kuviot

Kuvio 1. Testausympäristön laitteisto.....	5
Kuvio 2. MPI-USB-adapteri.....	6
Kuvio 3. Siemens Field-PG-tietokoneet.....	6
Kuvio 4. Esimerkkilaitteiston kokoonpano.....	7
Kuvio 5. Profibus-kaapelin kuorintatyökalu.....	8
Kuvio 6. Profibus D-SUB-liitin.....	8
Kuvio 7. 24 voltin jännitesyöttö.....	9
Kuvio 8. Ohjausjännitteen kytkin.....	9
Kuvio 9. Asetusvelho.....	11
Kuvio 10. Uuden projektin luominen.....	11
Kuvio 11. Simatic 400 -aseman lisääminen projektiin.....	12
Kuvio 12. Alustan valinta.....	13
Kuvio 13. Virtalähteen valinta.....	14
Kuvio 14. Profibus-osoite.....	15
Kuvio 15. Profibus DP.....	15
Kuvio 16. CP 443-1, teollisuus-Ethernet-moduuli.....	16
Kuvio 17. Yhteys logiikalle.....	17
Kuvio 18. Diagnostiikka.....	18
Kuvio 19. Virrehistoria.....	19
Kuvio 20. Taajuusmuuttajan turvakytkin.....	21
Kuvio 21. Optiokortti ja ohjausjännite.....	22
Kuvio 22. Profibus DP.....	23
Kuvio 23. Laajennuskortin parametrit.....	24
Kuvio 24. Profibus DP -osoitteen valinta.....	24
Kuvio 25. Vacon NXL liittäminen Profibus-väylään.....	25
Kuvio 26. IO -määrittelyt.....	25
Kuvio 27. Moottorilohkon ohjaus.....	27
Kuvio 28. VAT-taulu Vacon –taajuusmuuttajalle.....	28
Kuvio 29. Ohjelman monitorointi.....	28
Kuvio 30. Profibus-kaapelin kytkeminen Movimotiin.....	29
Kuvio 31. Profibus –kaapelin kytkentä (Ohjekirja).....	30

Kuvio 32. Profibus –osoitteen määrittäminen. (SEW eurodrive. N.d. 74).	30
Kuvio 33. Päätevastuksen asetus. (SEW Eurodrive. N.d. 75).	30
Kuvio 34. SEW Movimot Profibus DP.	31
Kuvio 35. GSD-tiedoston asennus.	32
Kuvio 36. Asennuksen onnistuminen.	32
Kuvio 37. AS-I gateway.	34
Kuvio 38. ASI-DP controller.	34
Kuvio 39. AS-i-masterin määrittäminen.	35
Kuvio 40. Profibus –osoitteen määrittäminen.	35
Kuvio 41. Feston venttiiliterminaali.	36
Kuvio 42. Feston venttiiliterminaalin osoitteet.....	37
Kuvio 43. Beckhoff BK3120. (Suomennettu).	38
Kuvio 44. Beckhoff IO-moduuli.	39
Kuvio 45. Ifm AL1010 IO-yksikkö.	39
Kuvio 46. Ifm AL1010 osoitteen asettaminen.	40
Kuvio 47. Ifm IO-linkin porttien määrittäminen.	40
Kuvio 48. Ifm 05D100 laseretäisyysanturi.....	41
Kuvio 49. NetPro.	41

1 Johdanto

Tämän käyttöoppaan tarkoitus on olla apuna huoltokopin testausympäristön käytössä muutamien esimerkkien avulla. Oletuksena on, että kattavampi teoriaosuus on luettu ja tärkeimmät kenttävyliin ja taajuusmuuttajiin liittyvät seikat ymmärretty.

Käyttöopasta ei ole tehty kaiken kattavaksi käsikirjaksi, vaan sen tarkoitus on auttaa alkuun testausympäristön kanssa ja edistää lukija omaa oppimista harjoittelun myötä. Lisätietoa ja vinkkejä löytyy useista ohjekirjoista ja valmistajan manuaaleista, joita suositellaan käyttämään projektien parissa. Käyttöohjeessa ei ohjeisteta esimerkiksi moottorien ja taajuusmuuttajien jännitteiden syöttökaapelin kytkemistä. Oletuksena on, että testausympäristöä käyttävät ovat sähköalan ammattilaisia ja osaavat valmistajan ohjekirjoja ja ammattitaitoa hyväksikäyttäen kytkeä kaapelit moottoreihin ja taajuusmuuttajiin. Toimilaitteiden mukana tulevat ohjekirjat on siis syytä säilyttää ja käyttää apuna käyttöönotoissa ja testauksissa.

Korjaamon uudemmalta Siemens PG -tietokoneelta löytyvät valmiit logiikan kokoonpanon määrittelyt. Näitä voidaan käyttää, jos testausympäristö halutaan ottaa nopeasti käyttöön, esimerkiksi uuden laitteen testaamista varten. Harjoittelun kannalta kannattaa kuitenkin määrittää kokoonpano ohjeiden mukaisesti.

Työn rajauksen vuoksi paneelien ohjelmointia ei voitu käsitellä, mutta esimerkkiohjelmassa on määritetty myös Siemens OP170B Mono-paneelille soveltuva ohjelma. Valmista ohjelmaa voidaan käyttää harjoittelussa. Lisäksi WinCC Flexible-ohjelmalla tehtyä paneelisovellusta kannattaa tutkia ja hyödyntää.

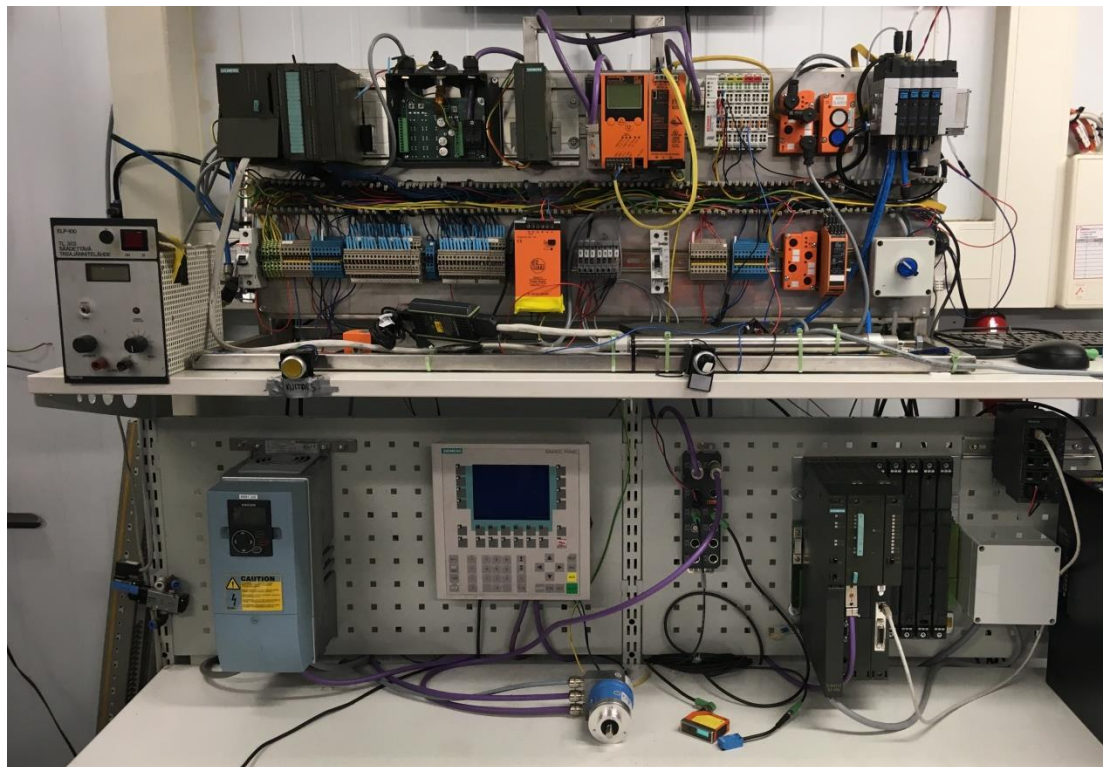
Käyttöohjetta voidaan päivittää tilanteeseen sopivaksi. Tätä varten kansilehdelle on lisätty revisiointitaulukko, johon on hyvä merkata päivitetty tai lisätyt asiat.

2 Testausympäristö

Testausympäristöön kuuluvat kiinteästi muun muassa seuraavat laitteet:

- Siemens PS 407 4A, virtalähde
- Siemens CPU 414-3 DP, logiikka PLC
- Siemens CP 443-1, ethernet-moduuli
- Ifm AS-i Profibus DP Gateway AC1305
- Ifm AL1010, IO-Link.
- Beckhoff BK3120, modulaarinen IO-yksikkö
- Vacon NXL, taajuusmuuttaja
- Festo venttiiliterminaali
- As-I tulo- ja lähtöyksiköt
- Siemens OP170B Mono, näyttöpaneeli

Nämä laitteet on määritetty esimerkkiohjelman kokoonpanossa. Lisäksi testausympäristössä on muitakin laitteita, joihin ei tässä käyttöohjeessa perehdytä tarkemmin, mutta niihin kannattaa tutustua omatoimisesti. (kuvio 1).



Kuvio 1. Testausympäristön laitteisto.

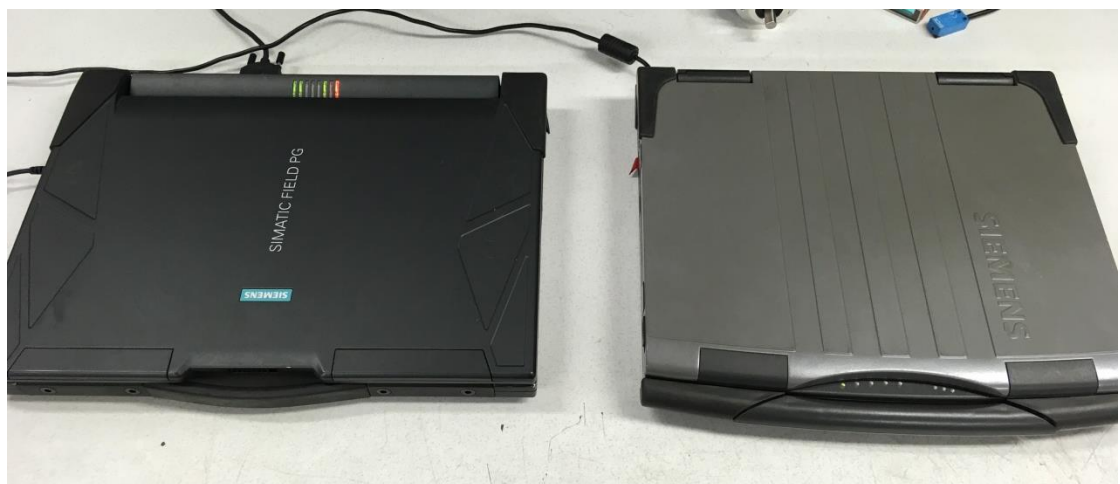
S7-400-sarjan logiikan lisäksi työpisteellä on 300-sarjan logiikka, mihin pätevät samat periaatteet kuin 400-sarjaan, mutta siinä yhteys PLC:lle otetaan MPI-USB-adapterin

avulla, koska Ethernet-porttia ei ole käytössä. Kyseinen MPI-USB-adapteri löytyy huoltokopilta (kuvio 2). USB-liitin liitetään ohjelmointitietokoneen USB-porttiin ja kaapelin toinen pää logiikan MPI/DP-porttiin.



Kuvio 2. MPI-USB-adapteri.

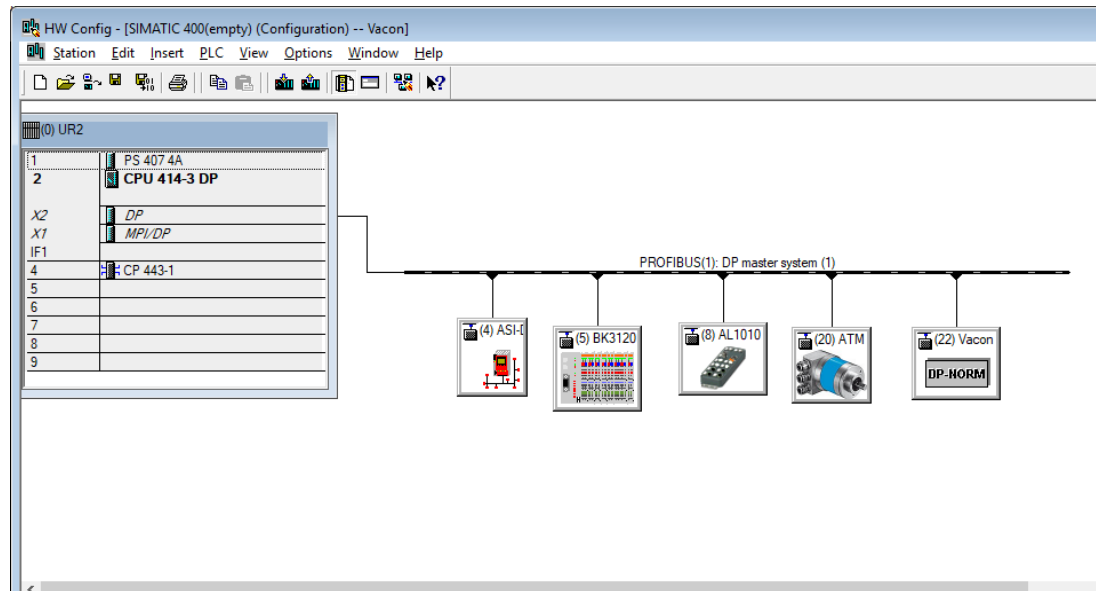
Huoltokopilla on kaksi Siemens Field-PG-tietokonetta, joita molempia voidaan käyttää testausympäristön kanssa (kuvio 3). Jotkin laitteet saattavat vaatia eri ohjelmistoversion, joten tästä syystä molemmat tietokoneet ovat tarpeen.



Kuvio 3. Siemens Field-PG-tietokoneet.

Testausympäristön päätarkoitus on testata ja konfiguroida uusia toimilaitteita, mutta se on myös hyvä oppimisympäristö logiikkaan ja kenttäväyliin liittyvissä asioissa.

Jos laitteita halutaan testata esimerkkiohjelmilla, täytyy kokoonpanon vastata kuviossa 4 näkyvää määritystä. Laitteistomääritykset löytyvät valmiiksi uudemmalta Siemens Field PG:ltä nimellä *SIMATIC 400(empty)*. Jos kokoonpanoa halutaan muuttaa esimerkkikokoonpanosta poikkeavaksi, täytyy myös laitteistomääritykset muokata vastaamaan uutta tilannetta. Ohjeet laitteiston määrittämiseen löytyvät kappaleesta 4.



Kuvio 4. Esimerkkilaitteiston kokoonpano.

3 Esivalmistelut ja turvallinen työskentely

Ennen laitteiden irrottamista tai kytkemistä järjestelmään, on varmistettava jännitteettömyys. Tällä varmistetaan turvallinen työympäristö ja ehkäistään herkkien laitteiden rikkoutuminen. Jännitteettömyys tulee varmistaa asianmukaisella jännitteenkoettimella. Lisäksi on suotavaa tehdä aina aistinvarainen tarkastus ja tarkastaa, että kaikki laitteet ja kaapelit ovat asianmukaisesti asennettu. Lisäksi täytyy huolehtia, etteivät toimilaitteiden mahdolliset liikkeet aiheuta vaaratilanteita. Tällaisia laitteita ovat muun muassa erilaiset paineilmasylinterit ja moottorit.

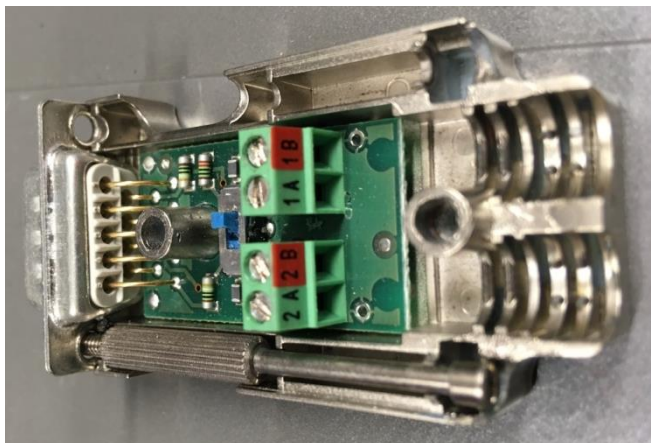
3.1 Profibus DP-kaapelin liittimet

Profibus-kaapelin kuorimiseen kannattaa käyttää siihen tarkoitettua kuorintatyökalua (kuvio 5). Profibus DP-kaapelin tunnistaa violetista suojakuoresta, jonka sisällä kulkevat vihreä ja punainen johdin (kuvio 5).



Kuvio 5. Profibus-kaapelin kuorintatyökalu.

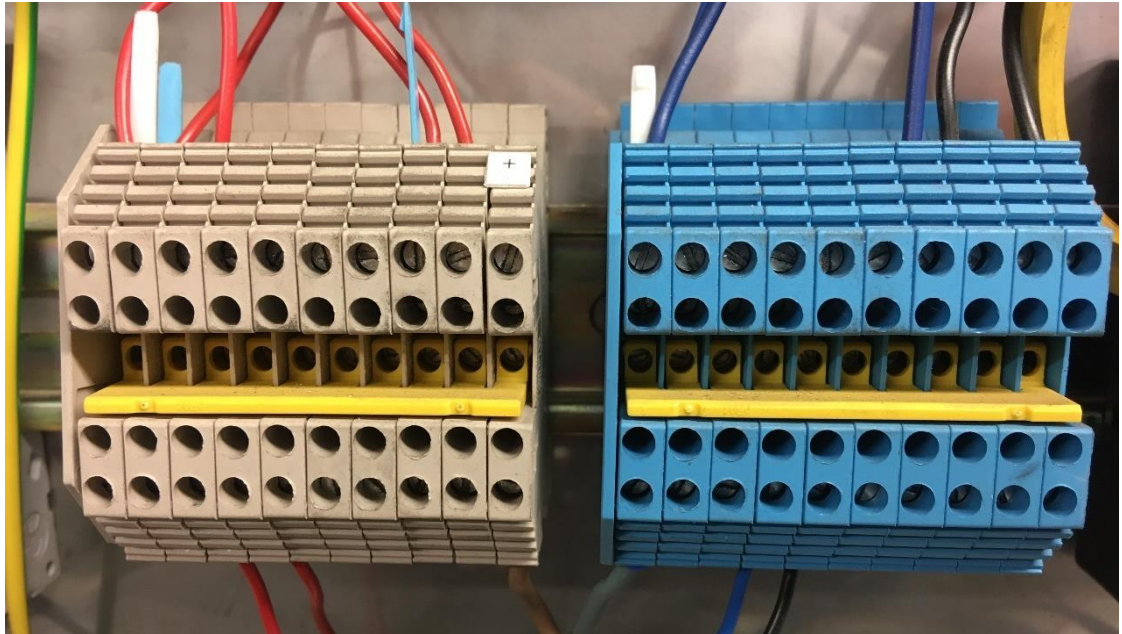
Profibus DP-liittimiä on useita eri malleja. Useimmissa D-SUB-liittimissä on värikoodatut liittimet, joten kaapelin kytkeminen on yksinkertaista. Joskus kuitenkin liittimiin on merkattu vain kirjantunnukset 1A, 1B, 2A ja 2B. 1A- ja 1A-liittimiin kytketään aina laitteeseen tuleva kaapeli. Jos liittimestä jatketaan kenttäväylää seuraavalle laitteelle, kytketään liittimessä oleva päätevastus OFF -asentoon ja jatkuvan kaapelin johtimet kytketään liittimiin 2A ja 2B. (kuvio 6).



Kuvio 6. Profibus D-SUB-liitin.

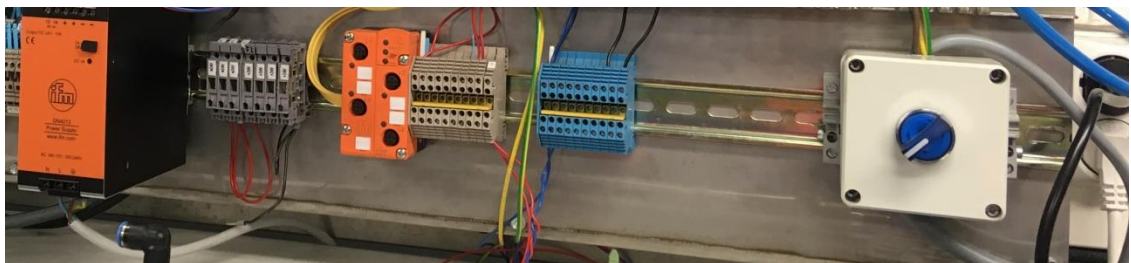
3.2 Ohjausjännite

Testausympäristössä oleville toimilaitteille saadaan 24 VDC -jännite kuvion 7 mukaisilta riviliittimiltä. Riviliittimille on kytketty syöttöjännite lfm DN4013-virtalähteestä.



Kuvio 7. 24 voltin jännitesyöttö.

Kuvion 8 oikealla puolella olevasta kytkimestä voidaan kytkeä testausympäristön ohjausjännite. Kytkimessä oleva sininen valo ilmaisee, jos jännite on päällä. Tähän ei pidä kuitenkaan sokeasti luottaa, vaan suorittaa joka tapauksessa asianmukaiset mittaukset jännitteettömyyden toteamiseksi.



Kuvio 8. Ohjausjännitteen kytkin.

4 Simatic Manager

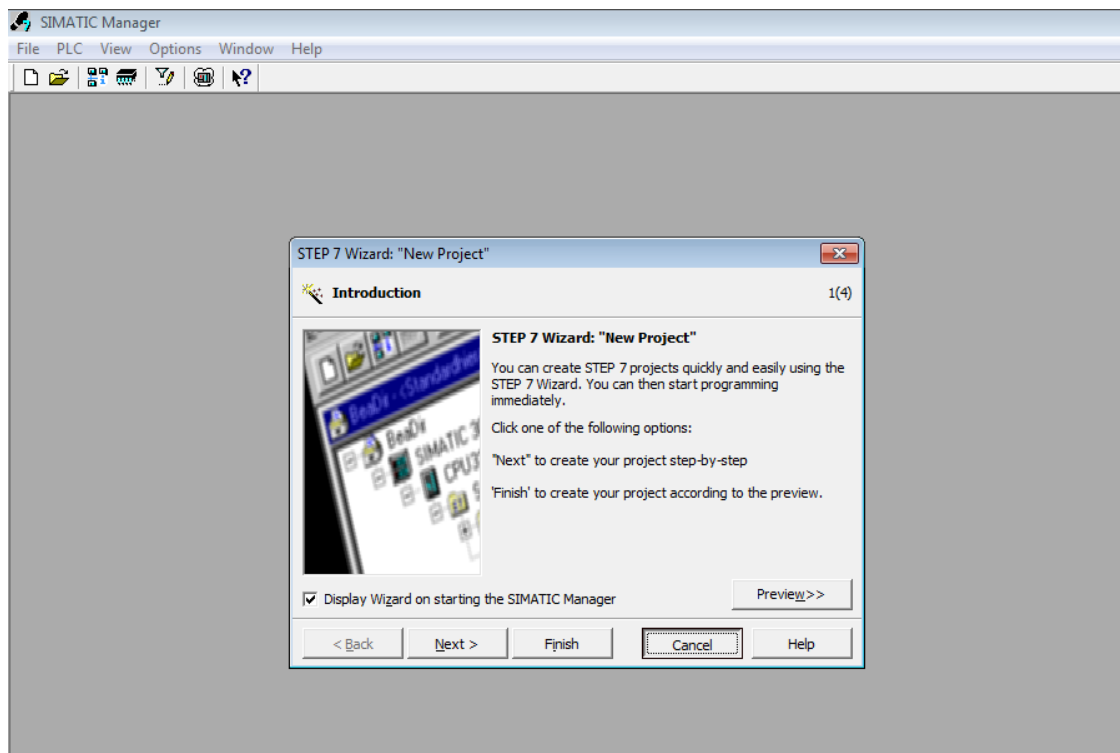
Simatic Manager on Siemensin kehittämä tietokoneohjelma logiikan ohjelmointia ja laitteiston määrittystä varten. Kun laitteiston komponentit on kytketty fyysisesti logiikkaan tai kenttäväylään, voidaan kokoonpano määritellä PLC:n muistiin. Lisäksi laitteistoa ohjaavat ohjelmistot voidaan tehdä ja ladata logiikalle.

Testausympäristöön on olemassa esimerkkiohjelma, joka sisältää taajuusmuuttajien ja muiden toimilaitteiden lisäksi WinCC Flexible-ohjelmalla tehdyn paneelisovelluksen. Jos tätä ohjelmaa halutaan tutkia, täytyy käyttää tässä esimerkissä olevia laitteiden IO-osoitealueita tai muokata esimerkkiohjelman määrittelyt vastaamaan laitteiston määrittelyä.

Huomioitavaa ennen asetusten ja järjestelmän muuttamista on aiemman kokoonpanon varmuuskopiointi. On jopa suositeltavaa kokeilla erilaisia menetelmiä, joten tiettyä harkintaa käyttäen kannattaa testata erilaisia toimintoja. Aiemmin toimivaksi todetun projektin voi aina palauttaa retrieve-työkalulla ja ladata se järjestelmään. Varmuuskopiosta ja palauttamisesta kerrotaan tarkemmin kappaleessa 4.4.

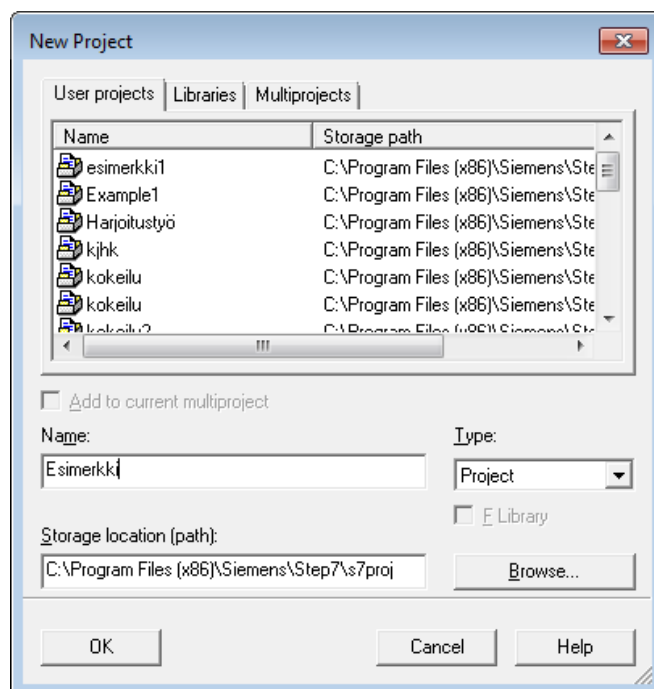
4.1 Projektin luominen

Simatic Manager-ohjelman käynnistyttyä ruudulle avautuu kuvion 9 mukainen aloitusnäyttö. Uuden projektin voisi luoda asetusvelhon avulla, mutta tässä esimerkissä projekti luodaan tyhjälle pohjalle, joten peruutetaan asetusvelho klikkaamalla Cancel-näppäintä. Aetusvelhon käyttämistä suositellaan sellaisille, joilla ei ole aiempaa kokemusta kyseisistä ohjelmista ja järjestelmistä. Aetusvelhon saa myös pois aloituksesta poistamalla valinta kohdasta *Display Wizard on starting SIMATIC Manager*.



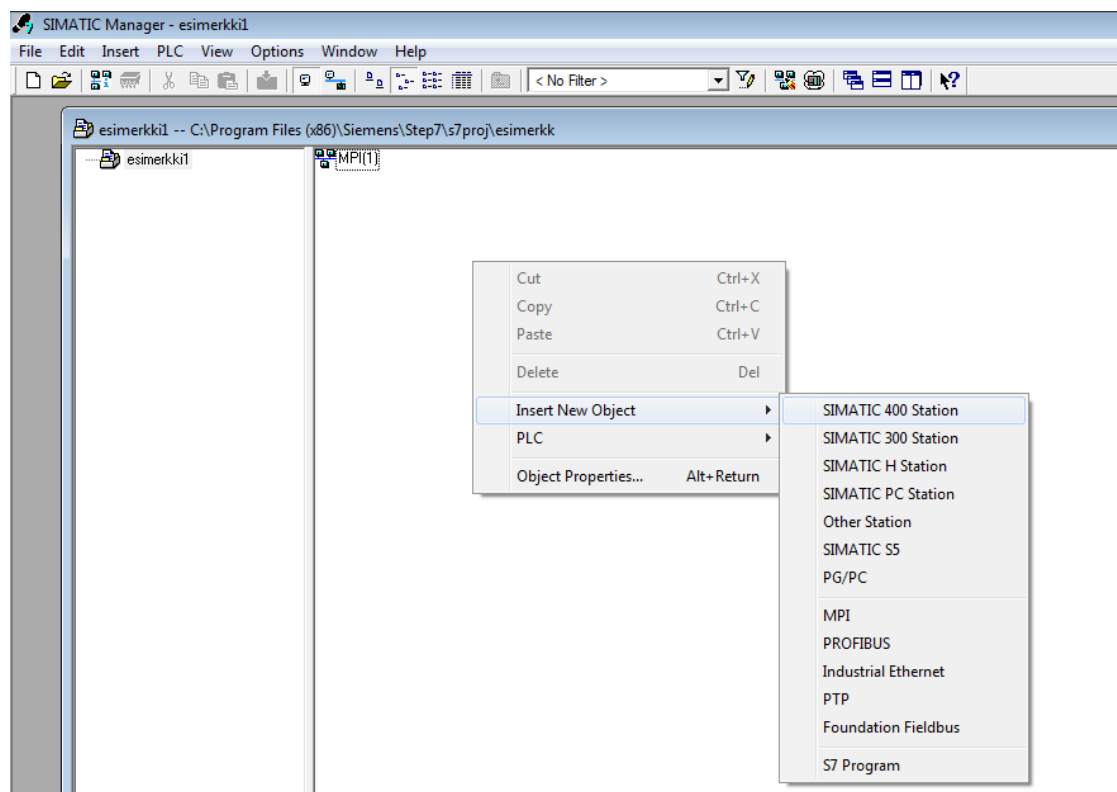
Kuvio 9. Asetusvelho.

Uusi projekti luodaan Simatic Managerin ylävalikosta *File* -> *New*, jonka jälkeen projektille annetaan nimi ja hyväksytään se painamalla OK -painiketta (kuvio 10). Myös tallennuspaikan voi valita tässä vaiheessa.



Kuvio 10. Uuden projektin luominen.

Tämän jälkeen lisätään testausympäristössä käytetty asema klikkaamalla ruudulla hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan *Insert New Object -> Simatic 400 Station* (kuvio 11). Toinen tapa lisätä asema on valita yläpalkin valikosta *Insert -> Station -> 1 SIMATIC 400 Station*. Aseman voi nimetä haluamakseen tai käyttää oletusnimeä.



Kuvio 11. Simatic 400 -aseman lisääminen projektiin.

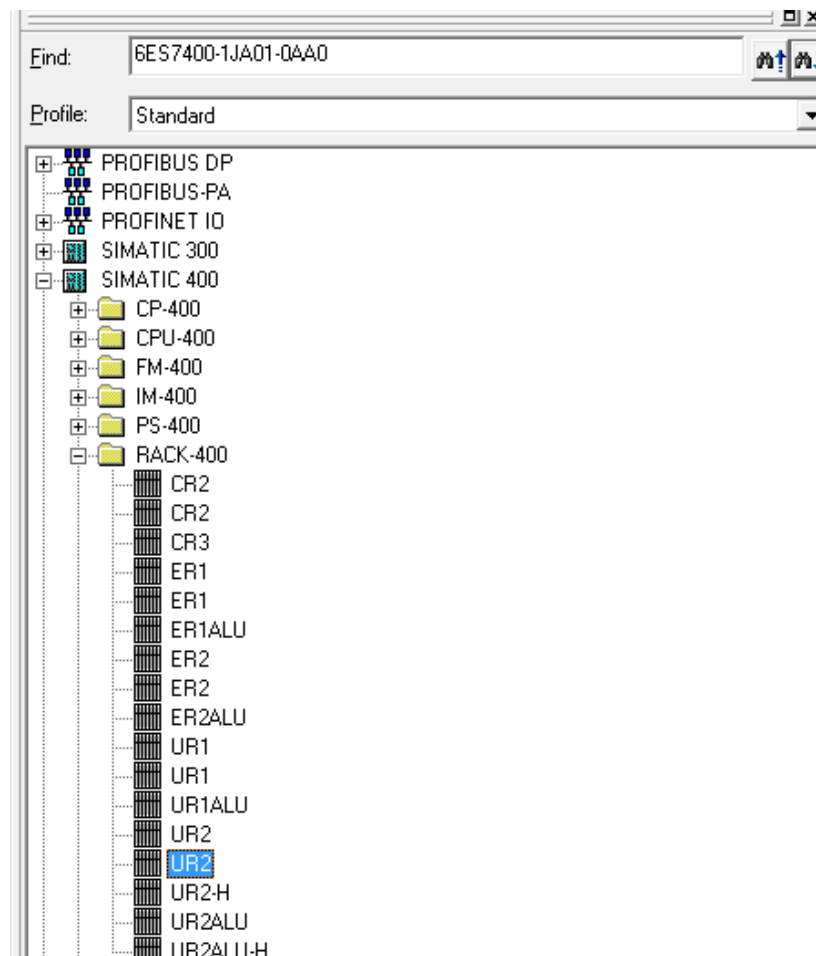
Aseman lisäämisen jälkeen vasemmalle projektipuuhun ilmestyy Simatic 400 -kuvake, jonka kautta päästään käsiksi laitteiston määrittämiseen HW Config -työkalun avulla. Kaksoisklikataan hardware-kuvaketta, jolloin avautuu HW Config -työkalu uuteen ikkunaan. Seuraavaksi siirrytään määrittämään laitteiston kokoonpano.

4.2 HW Config

HW Config on siis logiikan ja siihen liitettyjen laitteiden määrittämiseen tarkoitettu työkalu, joka on erittäin tärkeä osa projektin suunnittelussa. Uusi laite voidaan valita ikkunan oikealla puolella olevasta hakemistopuusta tai hakemalla laite tilausnumeron perusteella (kuvio 12). On tärkeää muistaa, että ohjelmassa valitun laitteen tilaus-

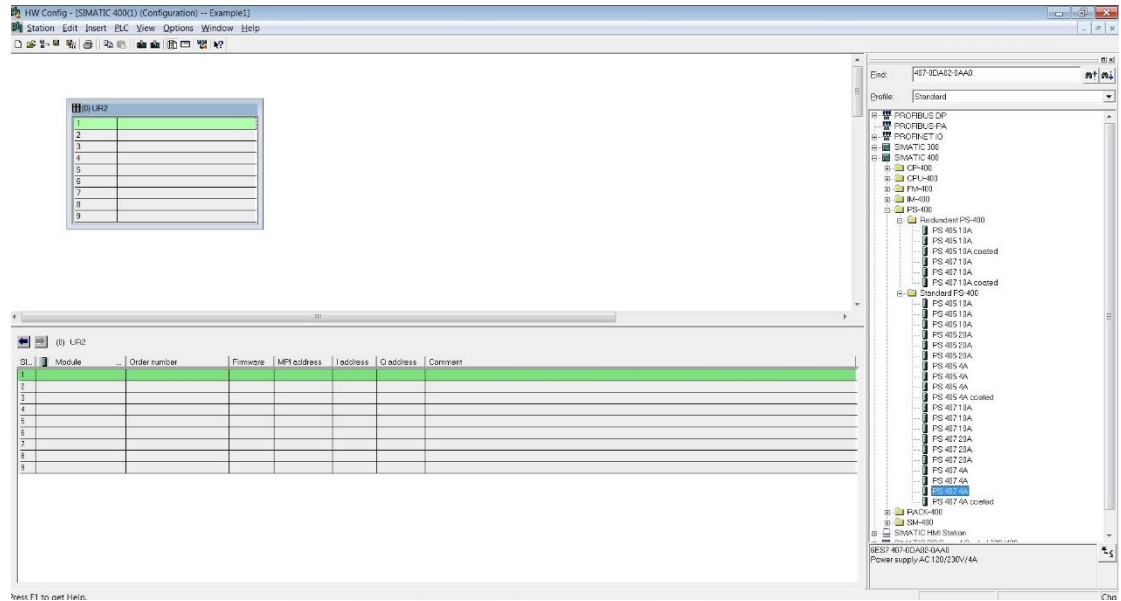
numeron täytyy vastata täsmälleen testausympäristössä käytetyn laitteen tilaus- tai mallinumeroa. Lisäksi joissain laitteissa on eri versioita, joten valitaan oikea tai lähinnä oleva versionumero.

Ensimmäisenä täytyy valita alusta eli räkki, johon Siemensin logiikkamoduulit asennetaan. Tarkistetaan testausympäristön alustan tyyppinumero sen oikeasta reunasta. Tilausnumero syötetään hakukenttään ja oikea alusta siirretään vasemmalla olevaan tyhjään ikkunaan (kuvio 12).



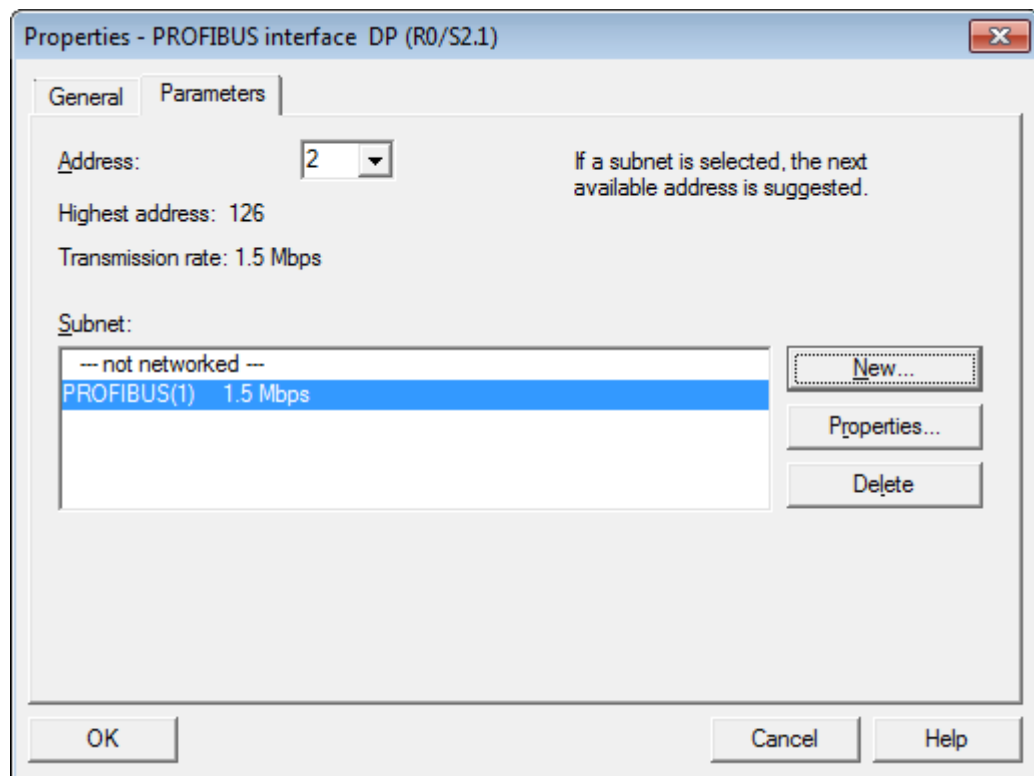
Kuvio 12. Alustan valinta.

Testausympäristön S7-400-logiikan alustassa on 9 paikkaa, joihin logiikan komponentteja voidaan asentaa. Komponentit täytyy määritellä ohjelmassa täsmälleen siinä järjestyksessä kuin ne ovat fyysisestikin. Ohjelma näyttää vihreällä värillä paikat, joihin valittu komponentti sopii (kuvio 13). Siirretään alustalle seuraavaksi virtalähde, jonka malli on PS 407 4A. Oikea tilausnumero tarkistetaan virtalähteestä.



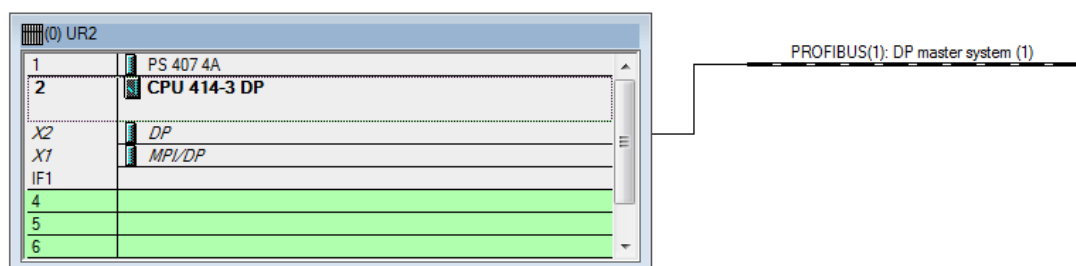
Kuvio 13. Virtalähteen valinta.

Tämän valitaan käytettävä CPU ja siirretään se alustassa paikkaan 2. Ohjelma kysyy tässä vaiheessa CPU:n Profibus DP-osoitetta, joten annetaan sille osoitteeksi esimerkiksi 2. Tämän jälkeen painetaan New-painiketta, jolloin järjestelmään luodaan Profibus DP-väylä. Verkkoasetuksia ei tarvitse muuttaa, joten oletusasetukset sopivat hyvin. Vahvistetaan valinta painamalla OK-painiketta. (kuvio 14).



Kuvio 14. Profibus-osoite.

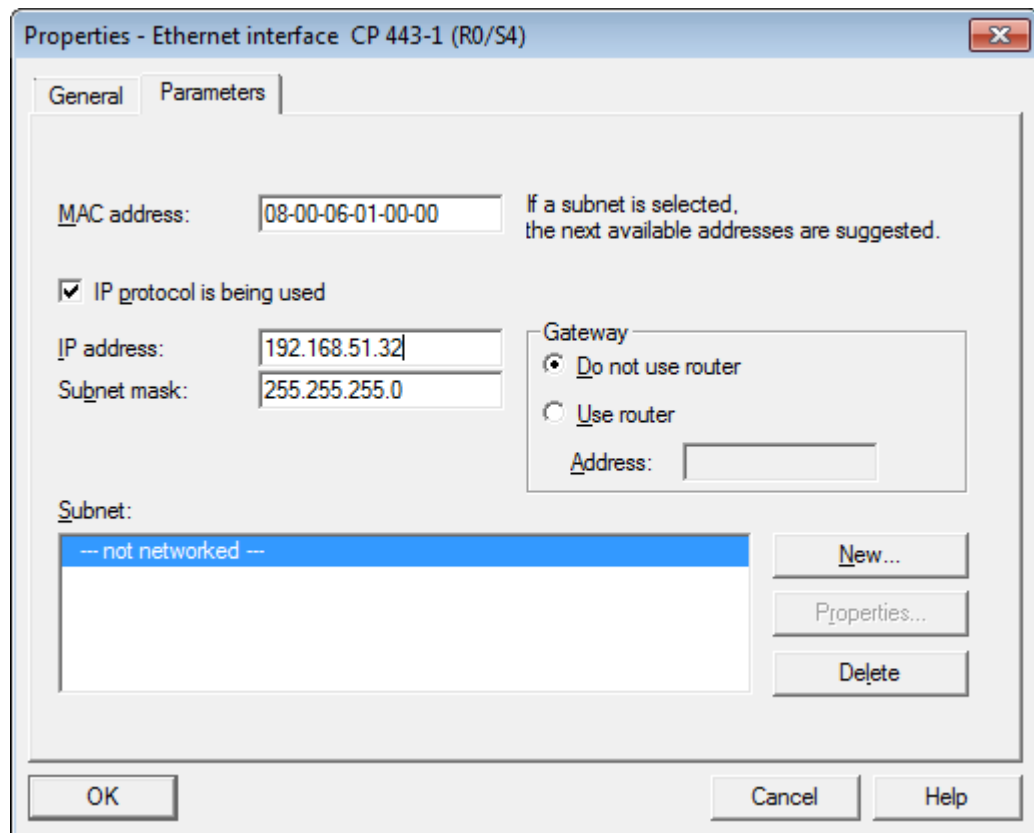
Nyt ikkunassa pitäisi näkyä kuvion 15 mukainen tilanne, jossa on Profibus DP-väylä ilman liitettyjä toimilaitteita. Profibus DP-kaapelia kytkettäessä täytyy huomioida, kumpaan porttiin väylä on asetettu. Portteja on tässä PLC:ssä kaksi kappaletta; X1 ja X2. Jos siis kenttäväylä ei toimi oikein ja PLC:n punainen BUS-F –valo vilkkuu, kannattaa ensimmäiseksi tarkistaa tämä kytkentä.



Kuvio 15. Profibus DP.

Lisätään vielä teollisuus-Ethernet-moduuli CP 443-1, minkä jälkeen voidaan ladata laitemääritykset logiikalle. Määritetään IP-osoitteeksi 192.168.51.32 ja lisätään vielä aliverkko painamalla New-painiketta (kuvio 16). Teollisuus-ethernet-moduulin avulla

logiikka voidaan kytkeä teollisuusverkkoon ja logiikkaan voidaan ottaa yhteys käyttäen verkkokaapelia.



Kuvio 16. CP 443-1, teollisuus-Ethernet-moduuli.

Tässä vaiheessa projekti on hyvä tallentaa. Painetaan *Save and Compile*-kuvaketta, jolloin ohjelma kääntää projektin oikeaan muotoon ja tallentaa projektin.

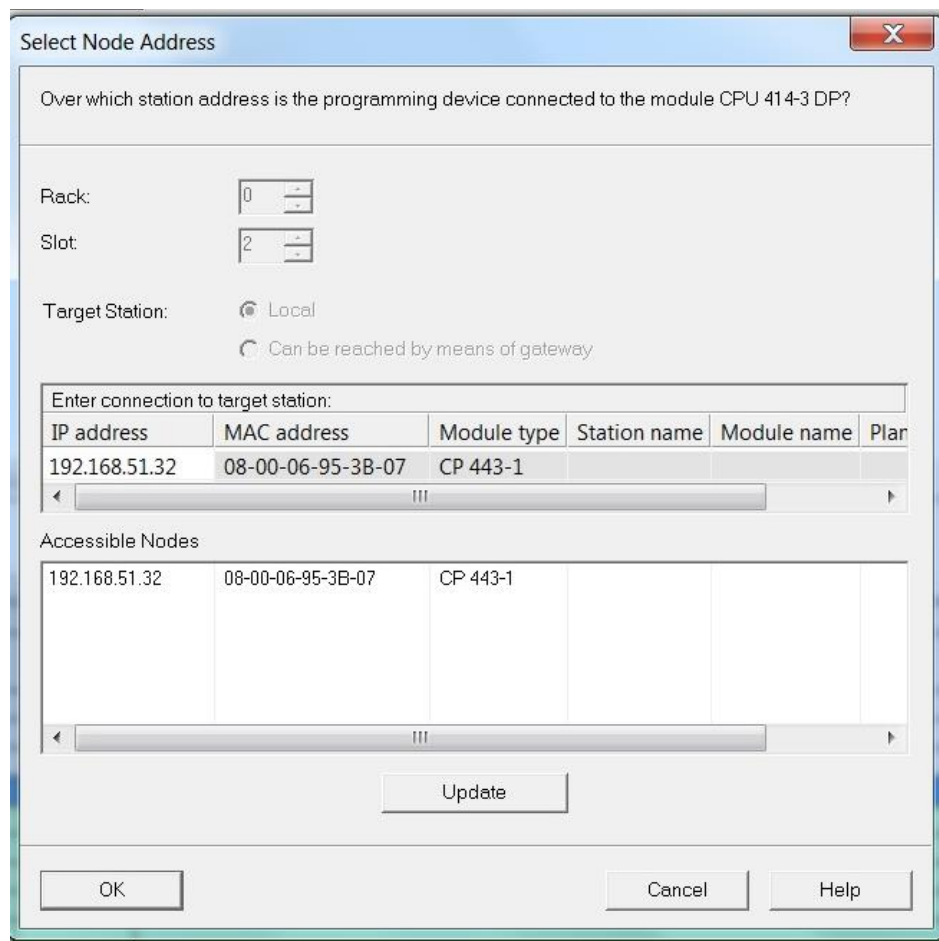
4.2.1 Kokoonpanon lataaminen logiikkaan

Kytetään logiikkamoduuliin virrat päälle virtalähteen virtakytkimestä. Tämän jälkeen on syytä resetoida logiikka pitämällä avainkytkintä noin 3 sekuntia vasemmalle käännettynä, kunnes stop-valo palaa tasaisesti. Suoritetaan vielä sama toiminto uudelleen, jolloin logiikan muisti tyhjenee. Lopuksi kytkin voidaan kääntää RUN-P-asentoon. RUN-P –tila mahdollistaa uuden ohjelman lataamisen PLC:n muistiin, kun logiikka on käynnissä, eli RUN –tilassa.

Yhteys logiikkaan voidaan muodostaa käyttämällä MPI-väylään liitettävää USB-MPI -adapteria tai verkkokaapelia. Tässä esimerkissä käytetään verkkokaapelia. Verkk-

kaapeli kytketään Siemens Field PG:n verkkoporttiin ja toinen pää CP 443-1:n verkkoporttiin. Tämän jälkeen painetaan ylävalikossa olevaa *Download to Module-kuvaketta*.

Ethernet-yhteyttä käytettäessä ohjelma kysyy ensimmäisellä kerralla kohdetta, mihin halutaan yhdistyä. Painetaan ilmestyvässä ikkunassa olevaa *Update*-painiketta, jolloin järjestelmä etsii käytössä olevat verkkoyhteydet. Jos kaikki on mennyt oikein, pitäisi ilmestyä *Accessible Nodes*-ikkunaan juuri määritetty verkko. Klikkaamalla IP-osoitetta määritetään kohde, johon halutaan yhdistää (kuvio 17).



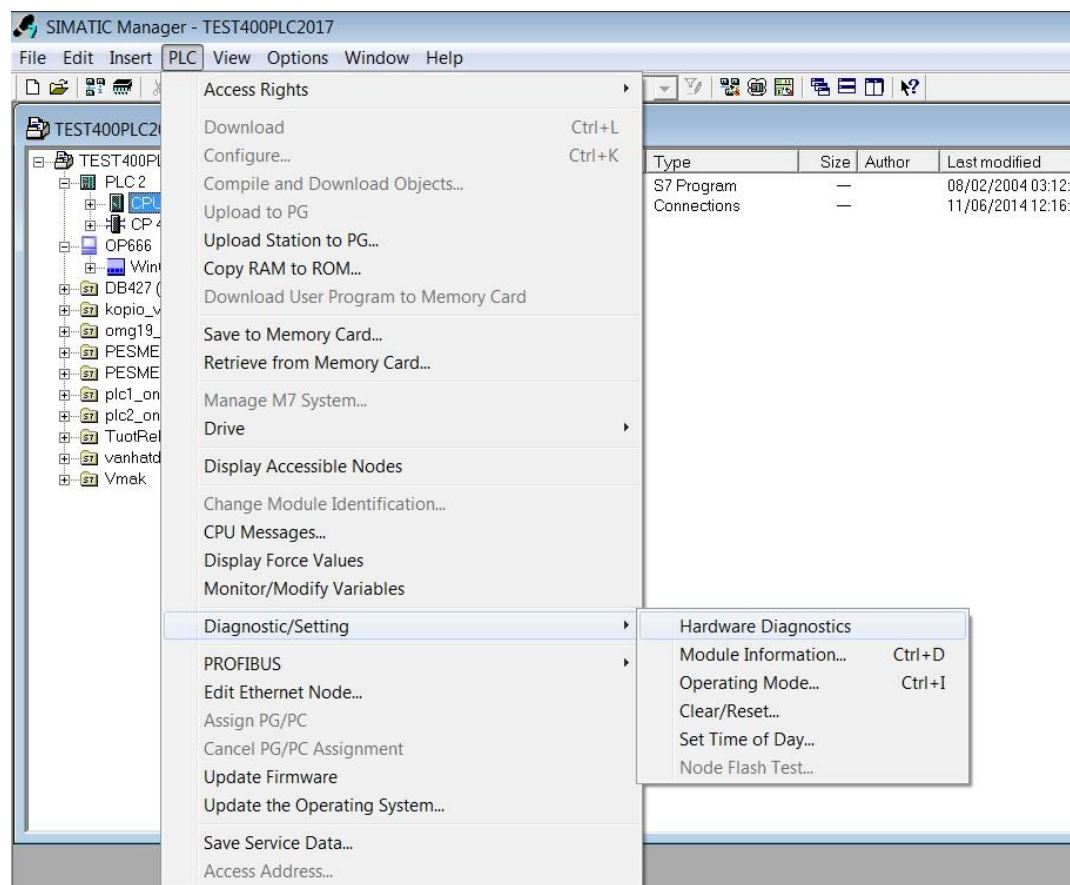
Kuvio 17. Yhteys logiikalle.

Verkkoyhteyksien määrittymisen jälkeen projekti on valmis ladattavaksi logiikalle. Painetaan *Download to Module*-kuvaketta ja ohjelman kysyessä kohdetta, painetaan OK-näppäintä, laitteistomäärittökset ladataan logiikan muistiin. Ladattaessa uutta laitemäärittystä PLC:lle täytyy logiikka laittaa STOP-tilaan. Ohjelma tekee sen auto-

maattisesti. Lopuksi ohjelma kysyy, laitetaanko logiikka RUN-tilaan. Tässä vaiheessa, kun ei PLC:lle ei ole liitetty vielä mitään toimilaitteita, voidaan PLC asettaa RUN-tilaan, joten hyväksytään valinta. Muissa tapauksissa täytyy aina varmistaa, etteivät logiikan ohjelmat ohjaa jotain lähtöä päälle aiheuttaen mahdollisia vaaratilanteita. Esimerkiksi moottoreiden turvakytkimet on syytä pitää turvallisuuden takia auki asennossa, kun moottoreita ei ole tarkoitus ohjata.

4.3 Diagnostiikka

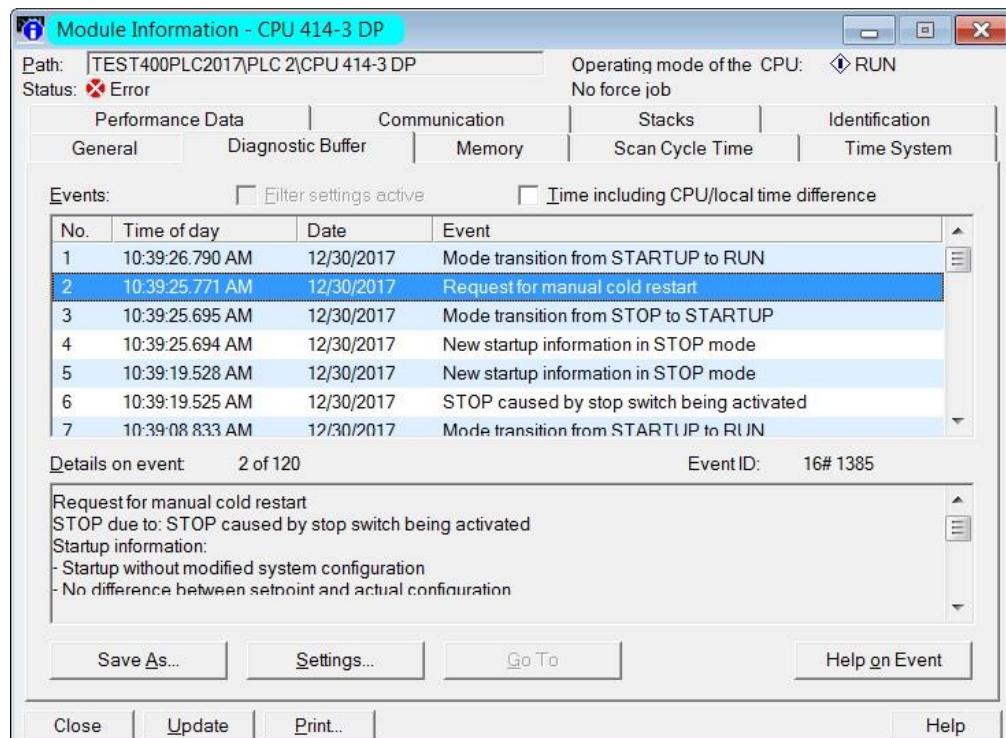
Simatic Managerissa on sisäänrakennettu diagnostiikkatyökalu, jota kannattaa hyödyntää ongelmatilanteissa. Diagnostiikkatilaan pääsee esimerkiksi valitsemalla käytössä oleva PLC ja tämän jälkeen valitaan ylävalikosta *PLC -> Diagnostics/Setting -> Hardware Diagnostics*. (kuvio 18).



Kuvio 18. Diagnostiikka.

Tämän jälkeen ilmestyy ikkuna, missä näytetään mahdolliset virheilmoitukset (kuvio 19). Listasta voidaan valita haluttu virheilmoitus, jolloin ohjelma antaa selityksen

vikatilanteesta ja antaa mahdollisen korjaus ehdotuksen. Tutkimustyössä yleisimmät virheet liittyivät Profibus DP-väylän kenttälaitteisiin tai ristiriitaisiin IO -osoitteisiin.



Kuvio 19. Virhehistoria.

4.4 Varmuuskopiointi ja palautus

On erittäin tärkeää muistaa tallentaa säännöllisin väliajoin työn alla oleva projekti. Lisäksi kannattaa tehdä välillä varmuuskopioita, ettei työ menisi hukkaan. Ainakin toimivasta kokoonpanosta kannattaa tehdä varmuuskopio ennen kuin tehdään muutoksia järjestelmään.

Varmuuskopiointi onnistuu Archive-työkalulla, joka löytyy Simatic Managerin ylävalikosta *File -> Archive*. Ilmestyvästä ikkunasta valitaan listalta varmuuskopioitava projekti ja hyväksytään valinta painamalla OK-näppäintä. Varmuuskopioitavan ohjelman täytyy olla suljettuna varmuuskopioinnin ajan. Ohjelma pakkaa projektin yhteen tiedostoon. Varmuuskopio voidaan tallentaa haluttuun paikkaan, kuten muistitikulle. Varmuuskopiot kannattaa säilyttää yhdessä paikassa, että ne löytyisivät tarpeen tullen helposti.

Varmuuskopiot palautetaan Retrieve –työkalulla, joka löytyy samasta valikosta kuin Archive –työkalu. Ilmestyvästä ikkunasta valitaan haluttu varmuuskopio, minkä jälkeen ohjelma purkaa varmuuskopion Simatic Managerille sopivaan muotoon. Tämän jälkeen ohjelma kysyy, halutaanko kyseinen ohjelma avata. Jos samanniminen tiedosto on jo olemassa, nimeää ohjelma sen automaattisesti uudelleen.

5 Taajuusmuuttajat

Kuten jo aiemmin on todettu, on kaikki kytkennät suoritettava jännitteettöminä. Tässä kappaleessa käsitellään Vacon NXL ja SEW Movimot –taajuusmuuttajia, jotka voidaan liittää Profibus DP –väylään. Koska oletuksena on, että testausympäristöä käyttävät sähköalan ammattilaiset, ei ole syytä ohjeistaa taajuusmuuttajien kytkentöjä. Kytkentäohjeet löytyvät taajuusmuuttajan ohjekirjasta.

5.1 Vacon NXL

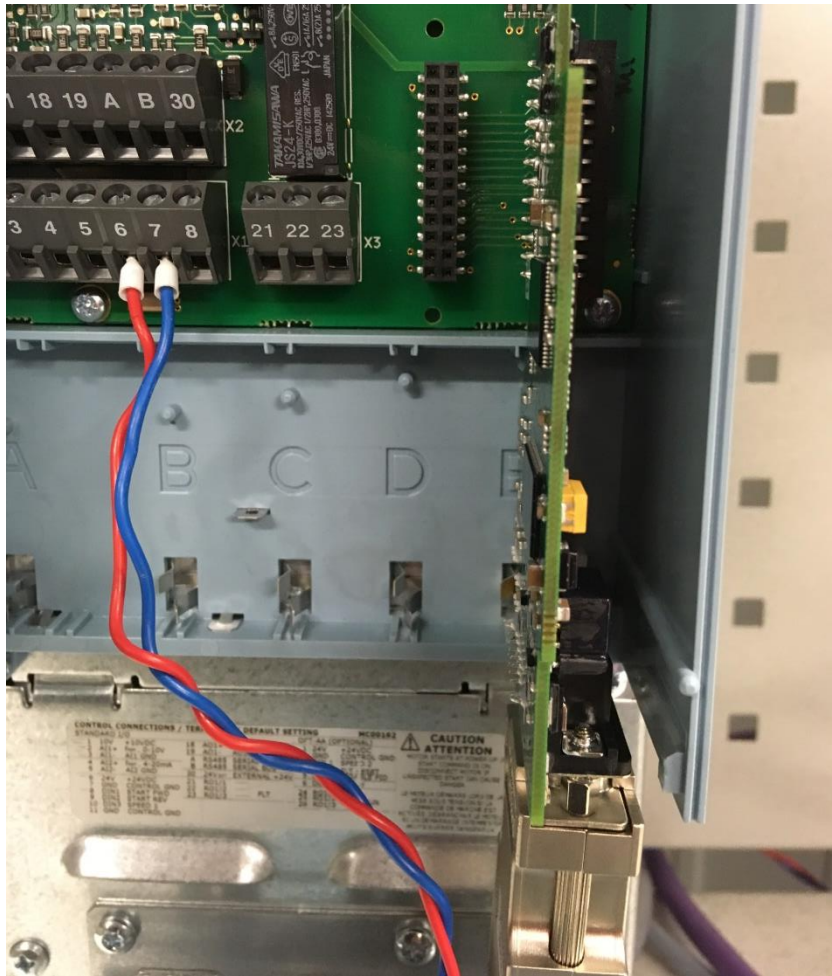
Vacon NXL taajuusmuuttajaan on kytketty jo valmiiksi syöttökaapeli ja moottorikaapeli. Moottorikaapeli on kytketty testausympäristön alahyllyllä olevaan SEW moottoriin. Jos halutaan testata jotain muuta moottoria, täytyy moottorin kytkennät tehdä uudelleen noudattaen valmistajan ohjeita. Taajuusmuuttajan ja syöttöverkon välille asennettiin projektin aikana turvakytkin 9011.1Q1 (kuvio 20), joka sijaitsee testausympäristön oikealla puolella. Turvakytkin täytyy ehdottomasti olla auki asennossa, kun taajuusmuuttajaa tai moottoria asennetaan tai tehdään kytkentöjä.



Kuvio 20. Taajuusmuuttajan turvakytkin.

Vaconin taajuusmuuttajissa tarvitaan erillinen Profibus DP -laajennuskortti, joka asennetaan sille varattuun korttipaikkaan E (kuvio 21). Taajuusmuuttajaan käy kaksi erilaista laajennuskorttia; OPT-C3, missä Profibus DP -kaapeli kytketään kortin ruuvi-liittimiin, sekä OPT-C5, johon sopii perinteinen Profibus DP -liitin mallia D-SUB. Molemmat ovat toiminnaltaan täysin samoja; ainoastaan väyläkaapelin kytkentä on erilainen.

Taajuusmuuttaja tarvitsee myös 24 VDC ohjausjännitteen. Ohjausjännite kytketään taajuusmuuttajassa riviliittimen X1 paikkoihin 6 (+ 24 V) ja 7 (GND). (kuvio 21).



Kuvio 21. Optiokortti ja ohjausjännite.

Profibus DP-kaapeli tulee kytkeä ja maadoittaa alla olevan kuvion 22 mukaisesti. Yksityiskohtaisemmat ohjeet asennuskuvineen löytyvät Profibus laajennuskortin mukana tulevasta käyttöoppaasta, sivuilta 9-18. Käyttöopas löytyy myös sähköisenä osoitteesta <http://files.danfoss.com/download/Drives/Vacon-OPTC3-C5-Profibus-Option-Board-User-Manual-DPD00892B-UK.pdf>



Kuvio 22. Profibus DP.

Taajuusmuuttajan parametrit voidaan asettaa suoraan taajuusmuuttajan ohjauspaneelista. Toinen vaihtoehto on yhdistää taajuusmuuttaja siihen tarkoitetulla kaapelilla tietokoneeseen ja käyttää taajuusmuuttajan mallista riippuen joko NcDrive tai Vacon Live- ohjelmaa. Näiden ohjelmien avulla parametrien asetus on huomattavasti kätevää kuin ohjauspaneelista käsin. Lisäksi ohjelmien avulla tietokoneelle saadaan ladattua varmuuskopiot ja laitteen vaihdon aikana parametrien siirto onnistuu kätevästi. Siemens Field PG –koneen kovalevyiltä löytyvät varmuuskopiot automaatiovaraston taajuusmuuttajista.

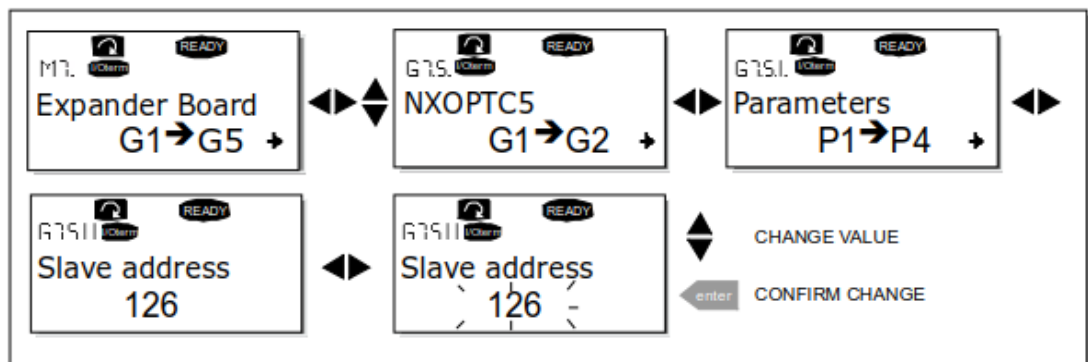
5.1.1 Taajuusmuuttajan parametrit ja lataaminen PLC:lle

Kun tarvittavat asennukset on tehty, voidaan suorittaa laitteen lataaminen logiikalle. Aluksi taajuusmuuttajasta täytyy määrittää Profibus -osoite ja PPO -tyyppi. Laajennuskortin parametrit löytyvät ohjauspaneelista E7-valikosta (kuvio 23). Parametri valitaan nuolinäppäimillä ja vahvistetaan Enter -painikkeella, kunnes arvon vilkkuminen lakkaa.

#	Name	Default	Range	Description
1	SLAVE ADDRESS	126	2...126	
2	BAUD RATE	10 (=AUTO)	1 - 9.6 kBaud 2 - 19.2 kBaud 3 - 93.75 kBaud 4 - 187.5 kBaud 5 - 500 kBaud 6 - 1.5 Mbaud 7 - 3 Mbaud 8 - 6 Mbaud 9 - 12 Mbaud 10 - AUTOMATIC	Communication speed in baud
3	PPO TYPE		1 - PP01 2 - PP02 3 - PP03 4 - PP04 5 - PP05	Parameter, CW/SW, Ref/Act Parameter, CW/SW, Ref/Act, PD1-PD4 CW/SW, Ref/Act CW/SW, Ref/Act, PD1-PD4 Parameter, CW/SW, Ref/Act, PD1-PD8
4	OPERATE MODE		1 - PROFIDRIVE 2 - BYPASS 3 - ECHO	Use mode "PROFIDRIVE" with standard applications

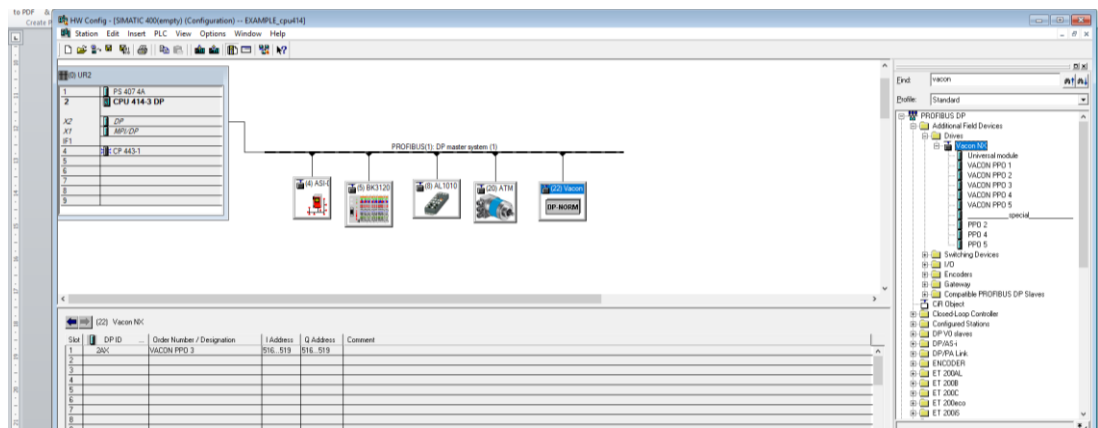
Kuvio 23. Laajennuskortin parametrit.

Profibus-osoitteen (kuvio 24) lisäksi täytyy asettaa PPO-tyyppi. Muut parametrit voidaan pitää oletusasetuksissa. Jos taajuusmuuttajan PPO-tyyppi tai Profibus-osoite eroavat Simatic Managerissa määritetyistä asetuksista, ei kenttäväylä tunnista laitetta, vaan menee häiriötilaan.



Kuvio 24. Profibus DP -osoitteen valinta.

Simatic Managerissa asennetaan tarvittaessa valmistajan sivuilta löytyvä GSD-tiedosto. Tämän jälkeen oikea taajuusmuuttaja valitaan HW-configissa ja raahataan Profibus DP-väylään. Listasta valitaan myös haluttu PPO-tyyppi ja siirretään se ikkunan alapuolella olevaan sille varattuun tilaan (kuvio 25).



Kuvio 25. Vacon NXL liittäminen Profibus-väylään.

Tuplaklikkaamalla alavalikossa olevaa Vacon PPO 3-riviä päästään muuttamaan laitteen tulo- ja lähtöosoitteita (kuvio 26). Esimerkkiohjelmassa käytetään kuvion 26 mukaisia osoitealueita (Output: 516-519 & Input: 516-519).

Kuvio 26. IO -määrittelyt

Näiden asetusten jälkeen uusi kokoonpano voidaan ladata PLC:lle, kuten aiemmassa kappaleessa on neuvottu.

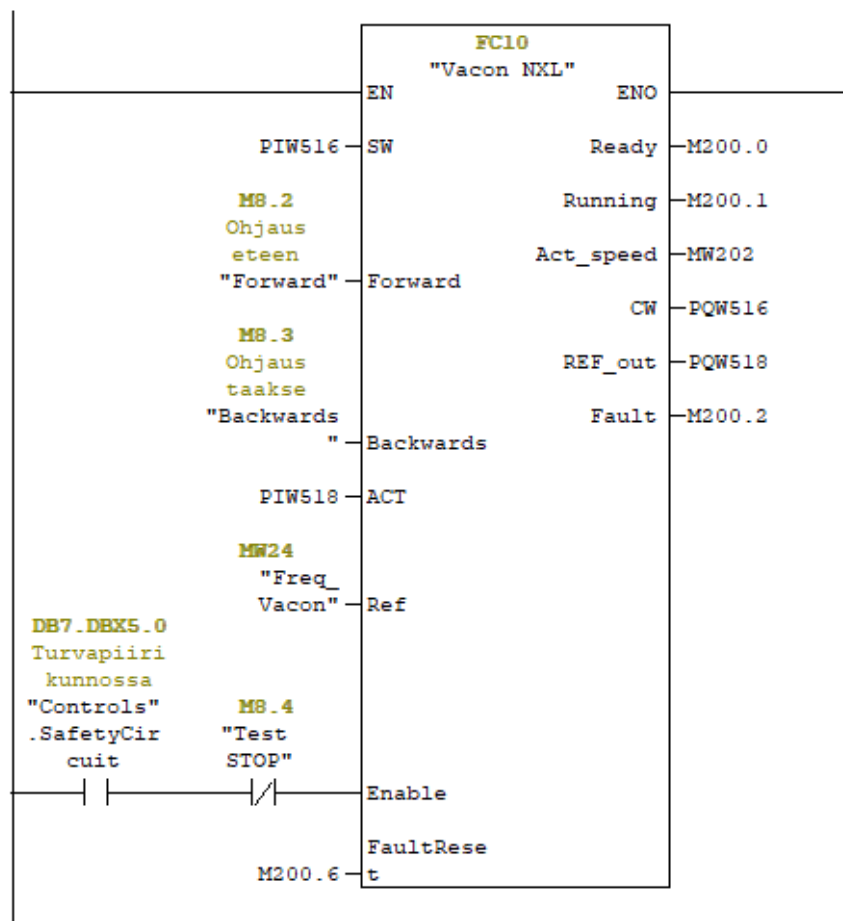
5.1.2 Käyttöönotto ja testaus

Kun taajuusmuuttaja ja muut laitteiston osat on ladattu väylään ja järjestelmään onnistuneesti, voidaan tehdä käyttöönottotestaus. Esimerkkiohjelmassa on käytetty

automaatiovarastossakin käytettyjä moottorinohjausohjelmia, joita kutsutaan moottoriblokeiksi (kuvio 27) Moottoriblokit ohjelmoidaan yleisimmin tietyn standardin mukaisesti käyttäen globaalia ohjelmointitapaa. Ideana on, että luodaan yksi toimivaksi todettu moottoriblokki, jolla ohjataan useita eri moottoreita. Tämä onnistuu siten, että ohjelmassa kutsutaan moottoriblokkia ja määritetään yksilölliset IO - alueet. Moottoriblokin sisällä tehty muutos siis muuttaa kaikkien samaa moottoriblokkia käyttävien moottoreiden toimintaa. Tämän takia moottoriblokin ohjelmaa ei missään nimessä tule muuttaa ilman erittäin painavaa syytä.

Perusideana on, että taajuusmuuttajalle lähetetään ohjaussanoja, joilla ohjataan moottoria; PQW516 (ohjaussana), ja PQW518 (taajuusohje). Lisäksi moottori lähettää logiikalle tietoja toiminnasta; PIW516 (tilasana) ja PIW518 (aktuaaliarvo). Muut moottorilohkon FC10 (kuvio 27) nastat liittyvät ohjelman sisäisiin lukituksiin ja määrittäisiin. Moottoria voidaan esimerkiksi ohjata eteen tai taaksepäin. Lisäksi Enable - kohdassa on määritetty lukituksia, joilla moottorin pyöriminen estetään. Lukituksia voivat olla esimerkiksi turvapiiriin tai muihin turvallisuuteen liittyvät asiat.

Network 7: Taajuusmuuttaja Vacon NXL

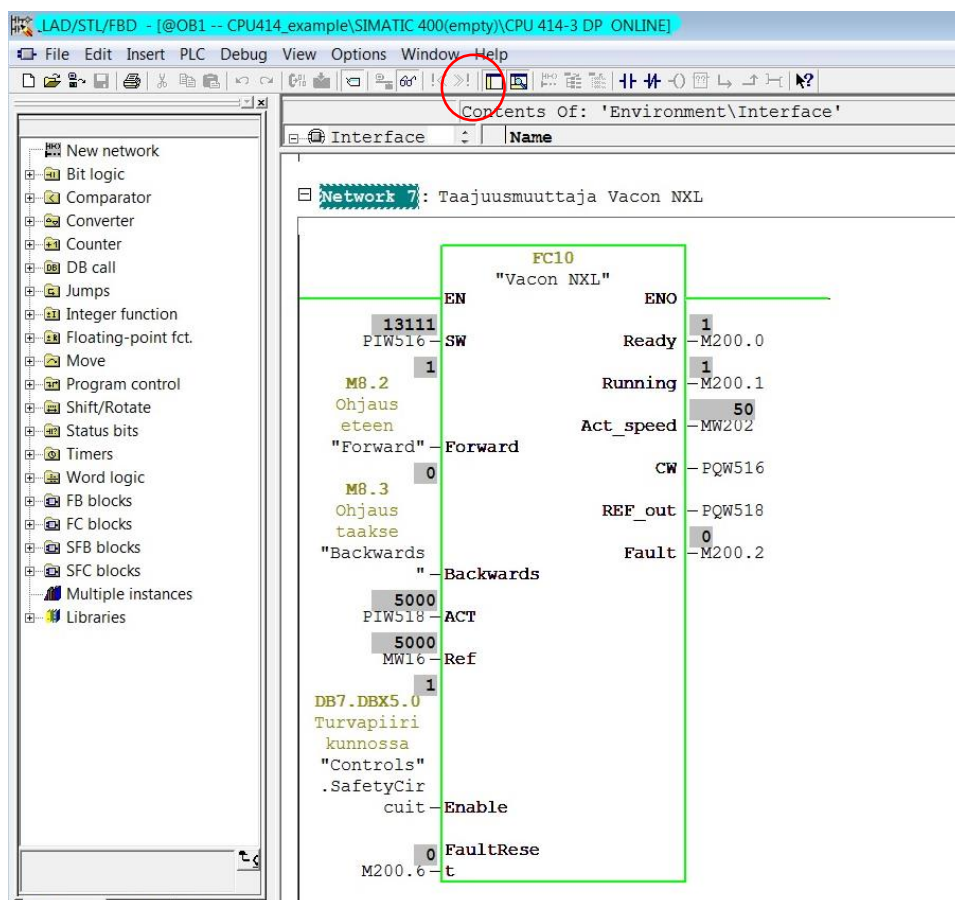


Kuvio 27. Moottorilohkon ohjaus.

Tässä esimerkkiohjelmassa tilatiedoissa käytetään merkkereitä eli muisteja, kuten esimerkiksi M8.2 ja M8.3. Näitä merkkereitä käyttäen tiloja ja taajuusarvoa voidaan muuttaa VAT-työkalulla (Variable Table), joka näkyy kuviossa 28. Vacon-taajuusmuuttajalle löytyy valmiiksi tehty VAT-taulukko Simatic Managerin ohjelmalistsauksesta nimellä VaconTEST. VAT-taulua voidaan myös monitoroida painamalla silmälasien kuvaketta (kuvio 28, ympyröity punaisella). Status-sarakkeessa näkyy todellinen arvo, jota voidaan muuttaa kirjoittamalla uusi tila tai arvo Modify value – kenttään ja painamalla F7 (Update Monitor Values) ja F9 (Activate Modify Values).

Kuvio 28. VAT-tauly Vacon –taajuusmuuttajalle.

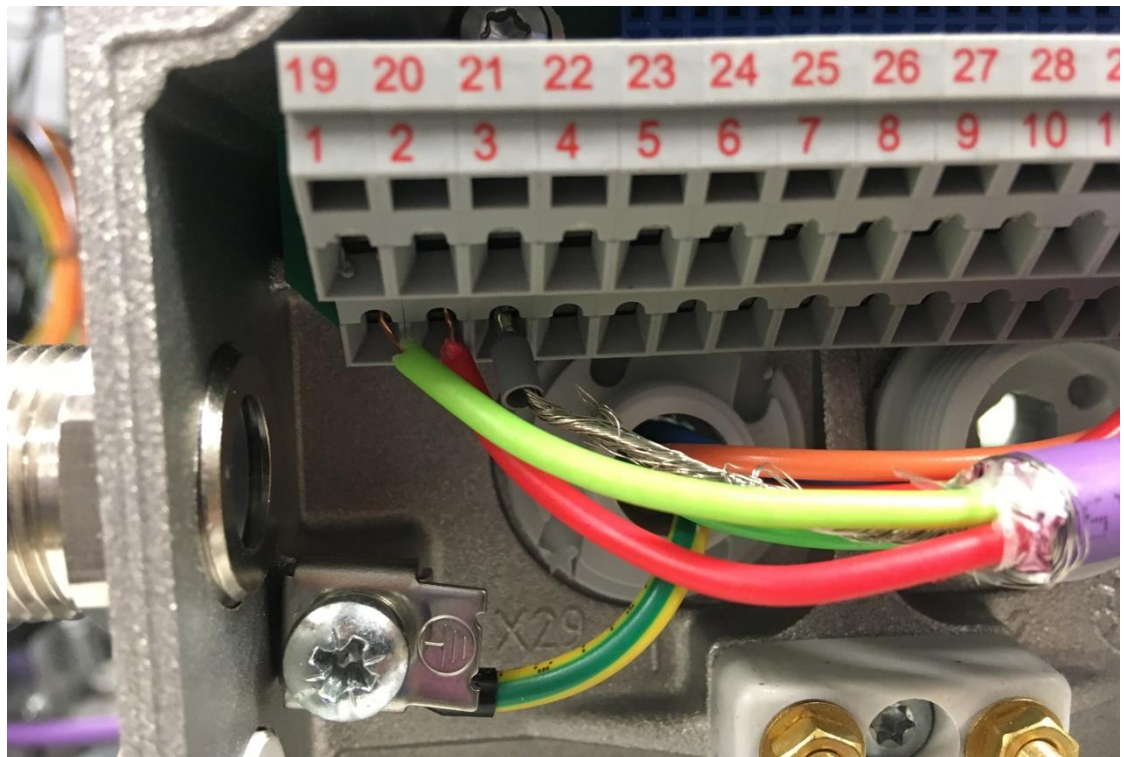
Myös ohjelmaa voidaan monitoroida online-tilassa klikkaamalla suurennuslasia. (Kuvio 29:n punaisella ympäröity painike). Kuten kuviossa 29 näkyy, taajuusmuuttaja ohjaa moottoria taajuusohjeella REF: 5000 (50 %) ja moottori ilmoittaa myös todellisen taajuuden olevan ACT: 5000. (50 %) Ohjelmablokin sisällä taajuusohje on skaalattu prosenteiksi ja se näkyy nastassa Act_speed: 50. Running-nasta kertoo, että moottori pyörii. Taajuusohjeen maksimiarvo on siis 10000 (100 %).



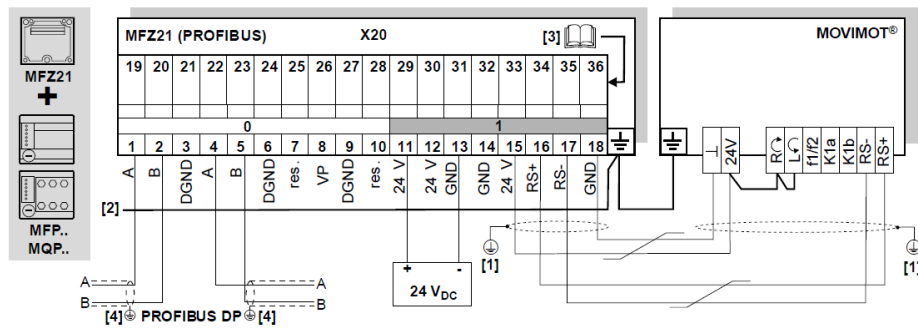
Kuvio 29. Ohjelman monitorointi.

5.2 SEW Movimot

Profibus-kaapeli liitetään Movimotin Profibus DP-yksikön sisältä löytyviin riviliittimiin ohjekirjan mukaisesti (kuviot 30 ja 31). Vihreä kaapeli (A –negative) kytketään liittimeen 1. Punainen kaapeli (B –positive) kytketään liittimeen 2. Lisäksi kaapelin teräksisestä suojavaipasta kierretään suojajohdin, joka liitetään liittimeen 3. Tätä suojajohdinta käytetään vain koetarkoituksissa. Jos Profibus –kaapelia jatketaan seuraavalle laitteelle, kytketään lähtevän kaapelin johtimet kuvion 31 mukaisesti liittimiin 4 ja 5.

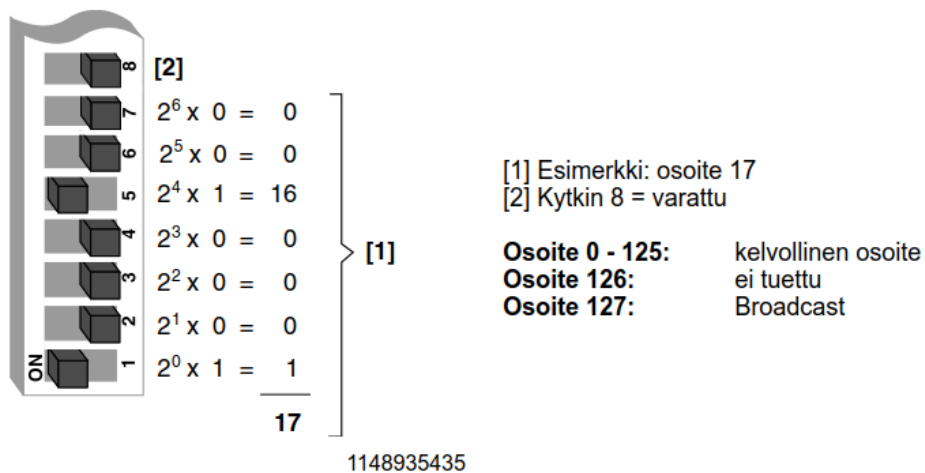


Kuvio 30. Profibus-kaapelin kytkeminen Movimotiin.



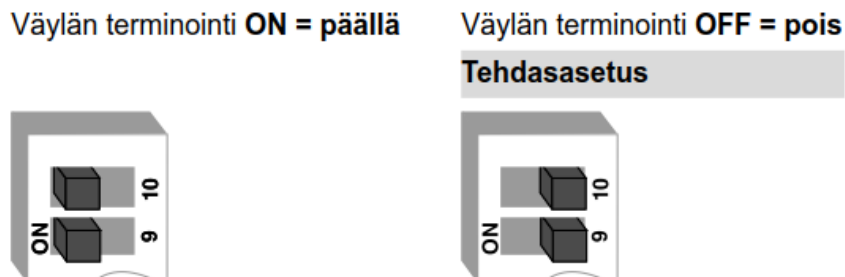
Kuvio 31. Profibus –kaapelin kytkentä (Ohjekirja).

Profibus -osoite määritetään Profibus DP-moduulin kannen alta löytyvillä DIP-kytkimillä. Esimerkki näkyy kuviossa 32.



Kuvio 32. Profibus –osoitteen määrittäminen. (SEW eurodrive. N.d. 74).

Päätevastus asetetaan saman kannen alta; DIP-kytkimet 9 ja 10. (kuvio 33).



Kuvio 33. Päätevastuksen asetus. (SEW Eurodrive. N.d. 75).

5.2.1 Taajuusmuuttajan lisääminen järjestelmään

Valmistajan sivuilta löytyy GSD-tiedoston lisäksi esimerkkiohjelma, jota voi käyttää muun muassa taajuusmuuttajan testaukseen. Projektin aikana tehdyssä esimerkki-projektista löytyy myös Movimotin ohjaamiseen tarkoitettu ohjelma FC100 (Sample calls for MFP).

Kannessa näkyvät led-valot ilmaisevat Profibus DP-moduulin tilan. Jos kaikki asetukset ja kytkennät ovat oikein, palaa RUN-valo vihreänä. (kuvio 34).



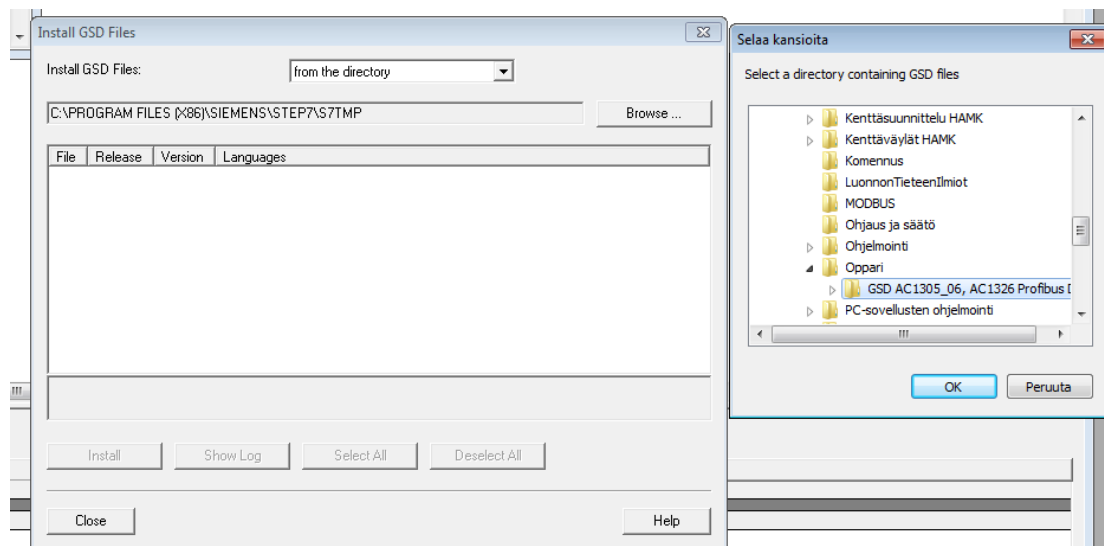
Kuvio 34. SEW Movimot Profibus DP.

6 Muut laitteet

Testausympäristössä on valmiina AS-i isäntäyksikkö, Feston venttiiliterminaali, Beckhoffin modulaarinen I/O-yksikkö BK3120. Käydään suppeasti läpi näiden laitteiden lisääminen Profibus DP-väylään.

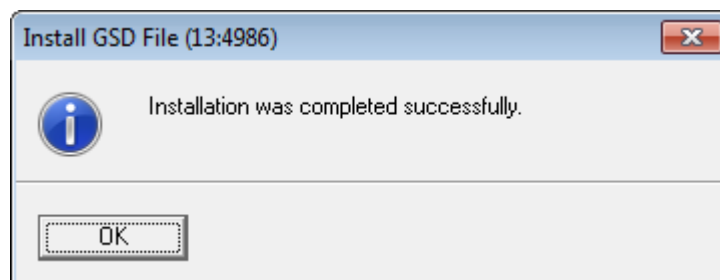
Yleisenä sääntönä toimii, että kaikkiin muiden kuin Siemensin omien toimilaitteiden liittämässä Profibus DP-väylään tarvitaan yksilölliset GSD-tiedostot, jotka löytyvät valmistajien verkkosivuilta tai laitteen mukana toimitettavalta levyltä. Tarkistetaan siis liitettävän toimilaitteen tyyppi ja noudetaan uusin versio GSD-tiedostosta. Usein GSD-tiedoston lisäksi valmistajilta löytyy myös esimerkkiohjelmia, joilla voidaan testata laitetta.

Uusi laite asennetaan valitsemalla HW Configin valikosta *Options -> Install GSD File...* Jos ohjelma herjaa epäonnistuneesta asennuksesta, kannattaa sulkea tallennuksen jälkeen avoimina olevat projektit ja kokeilla uudestaan (kuvio 35).



Kuvio 35. GSD-tiedoston asennus.

Asennuksen jälkeen ohjelma ilmoittaa, jos gsd-tiedoston asennus onnistui (kuvio 36).



Kuvio 36. Asennuksen onnistuminen.

Nyt oikealla olevasta projektipuusta, Profibus DP-valikon alta, löytyy juuri asennettu toimilaite. Saman valmistajan tuotteita voi olla järjestelmässä useampia, joten täytyy olla tarkkana, että valitaan juuri oikea laite. Laitteet on sijoitettu tuoteryhmiin, kuten enkooderit, yhdyskäytävät, yms.

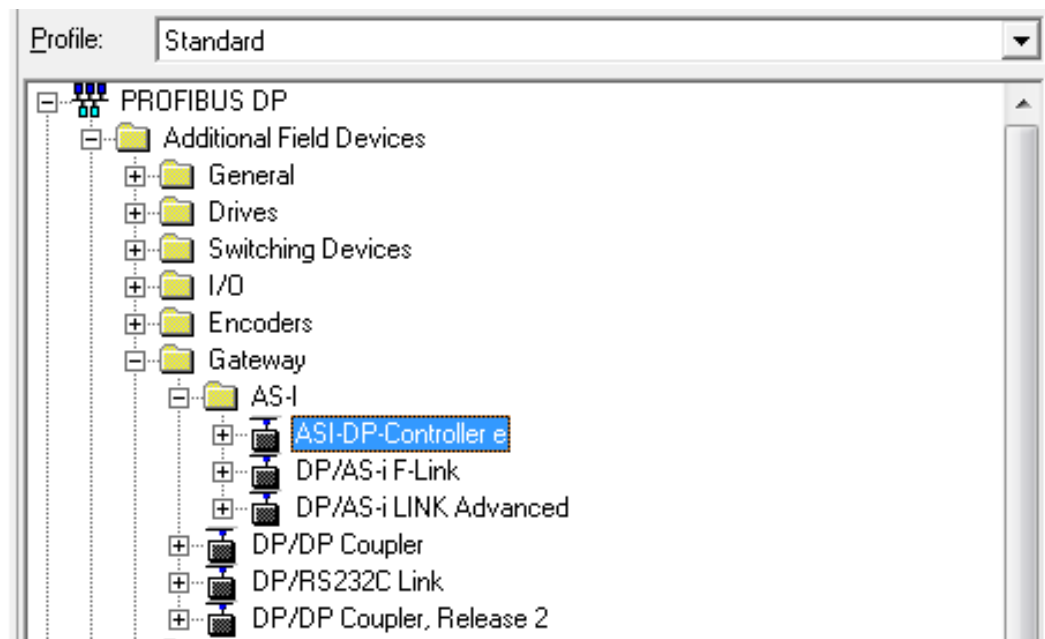
Seuraavaksi käsitellään testausympäristössä olevien laitteiden määrittäminen logiikalle. Kokoonpanon lataaminen järjestelmään edellyttää, että kaikki laitteet on määritetty, joten ladataan kokoonpano vasta, kun seuraavat toimenpiteet on suoritettu. Lisäksi täytyy muistaa, että Profibus DP:n segmentin viimeisissä laitteissa täytyy kytkeä päätevastukset päälle.

6.1 Ifm As-I master AC1305

Ifm:n sivuilta <https://www.ifm.com/fi/fi/product/AC1305> löytyvät suomenkieliset käyttöohjeet ja tarvittava GSD-tiedosto löytyy sivulta <https://www.ifm.com/fi/fi/downloadarea/AsiContent>

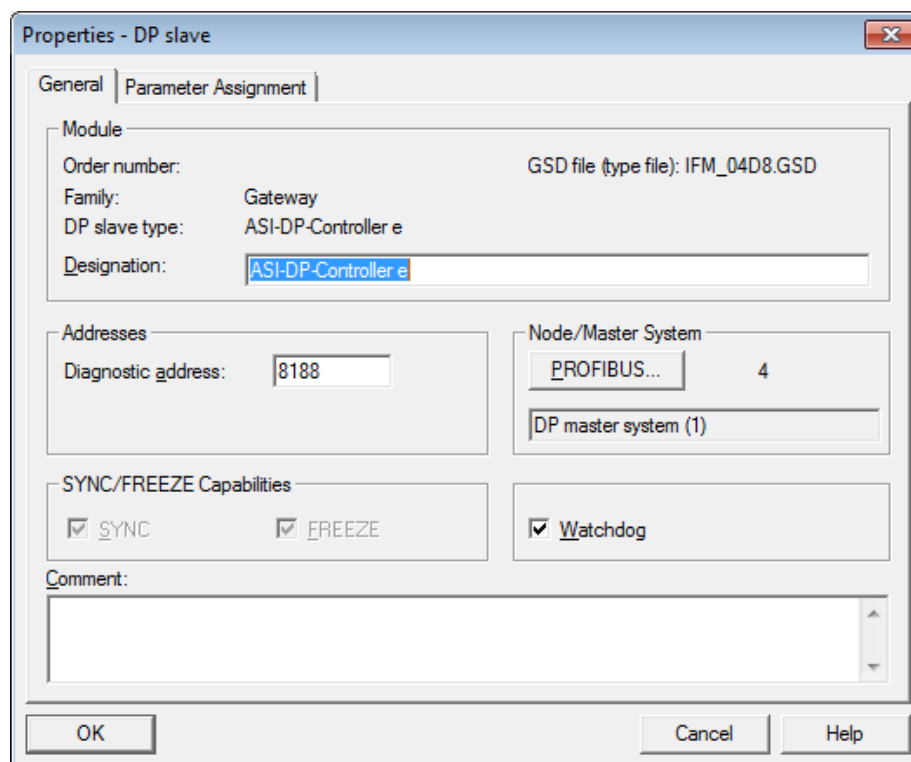
Kytetään yksikköön käyttöjännite (24 VDC) ja Profibus-kaapeli. Jos toimilaite on segmentin viimeinen, täytyy päätevastus kytkeä päälle.

Gsd-tiedosto asennetaan tarvittaessa edellisessä kappaleessa olevien ohjeiden mukaan ja oikea laite valitaan projektipuusta, kuten kuviossa 37. Laite raahataan vasemmalla ikkunassa olevaan Profibus väylään, johon se kiinnittyy. Profibus-osoitteeksi valitaan seuraavana vapaana oleva osoite; tässä tapauksessa osoitteeksi valitaan 4.



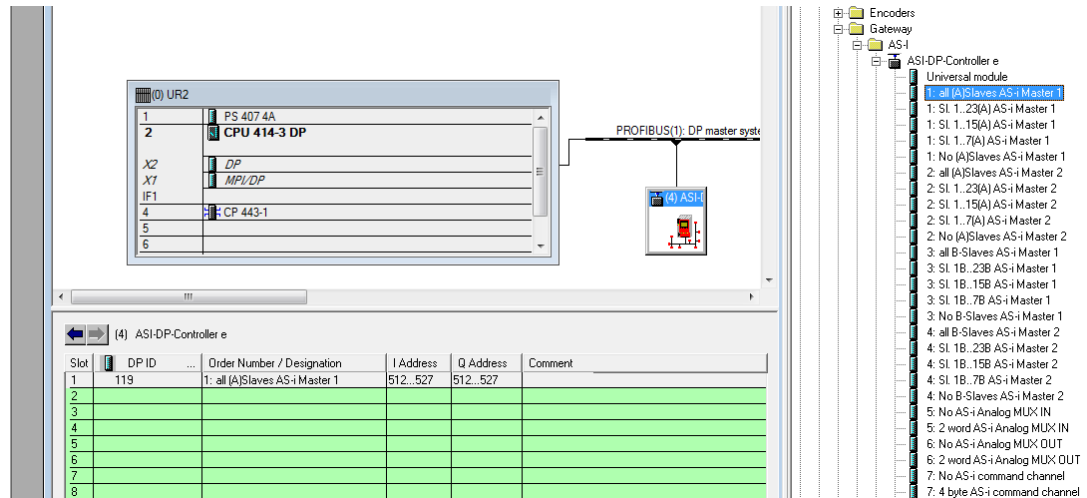
Kuvio 37. AS-I gateway.

Tuplaklikkaamalla Asi-masterin kuvaketta, voidaan vielä tarkistaa, täsmääkö gsd-tiedosto oikeaa laitetta. Gsd-tiedoston pitäisi olla IFM_04D8.GSD (kuvio 38). Tässä ikkunassa voidaan myös tarvittaessa vaihtaa Profibus-osoite.



Kuvio 38. ASI-DP controller.

Seuraavaksi valitaan projektipuusta *all (A)Slaves AS-i Master 1* ja siirretään se ensimmäiselle riville (kuvio 39). Tässä vaiheessa voidaan myös määrittellä laitteen käytämät I/O-osoitteet tuplaklikkaamalla riviä 1.



Kuvio 39. AS-i-masterin määrittäminen.

ASI-isäntäyksikön valikosta etsitään Fieldbus-setup ja määritetään Node Address, eli Profibus slave-osoite, samaksi kuin HW configissa. (kuvio 40).



Kuvio 40. Profibus -osoitteen määrittäminen.

Näiden toimenpiteiden jälkeen uusi kokoonpano voidaan ladata logiikalle. Jos kaikki on mennyt oikein, Asi-masterin Profibus DP-liittimen alapuolella oleva punainen valo pitäisi sammua ja logiikan BF-valo olla pimeänä. Jos näin ei kuitenkaan ole, tarkista onko asetukset määritetty oikein.

6.1.1 Asi-väylän laitteet

As-i-väylään liitettävät laitteet kytketään keltaisella Asi-kaapelilla. Jos toimilaite tarvitsee lisävirtaa, kytketään siihen lisäksi musta lisävirtakaapeli. Esimerkiksi Festo venttiilterminaali tarvitsee lisävirran toimiakseen (kuvio 41).



Kuvio 41. Feston venttiilterminaali.

Laitteille määritetään yksilölliset slave-osoitteet siihen tarkoitettulla osoitetyökalulla. Osoite voi olla väliltä 1-31.

Isäntälaitte, joka on tässä tapauksessa Ifm AC1305, antaa väylässä oleville laitteille automaattisesti IO-osoitteet, kun painetaan Quick Setup. Osoitteet alkavat siitä osoitteesta, mitä sille on määritetty.

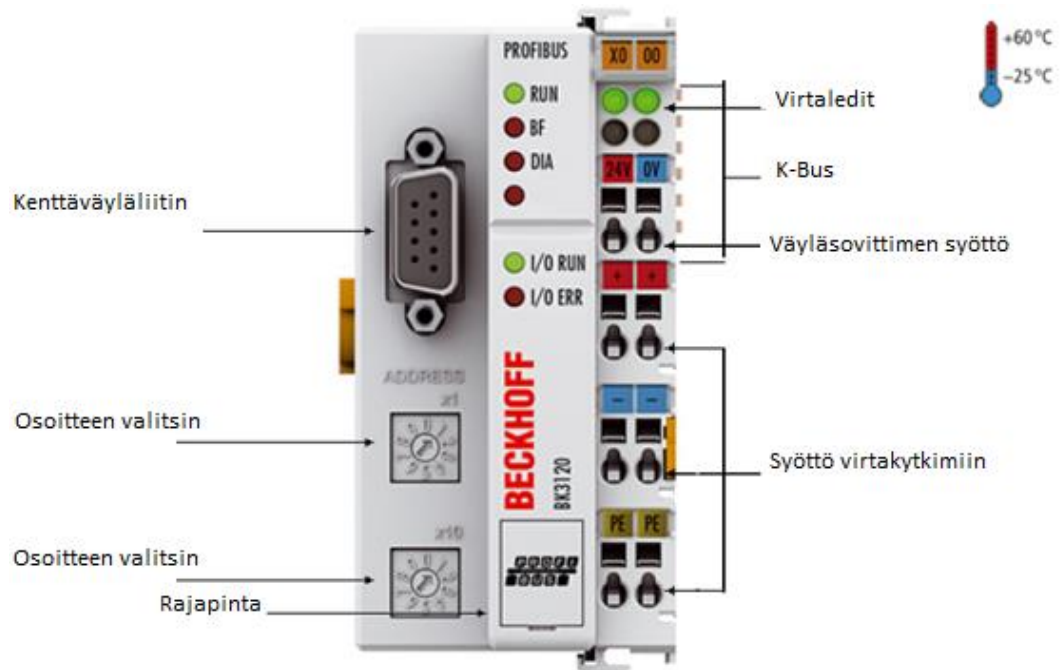
Asioiden selkeyttämiseksi testausympäristön kiinteästi asennettuihin laitteisiin on merkattu valmiiksi esimerkkiohjelmassa käytetyt Profibus –osoitteet ja IO-alueet (kuvio 42). Esimerkiksi Q25.0 – Q25.3 osoitteilla voidaan ohjata venttiilien lähtöjä.



Kuvio 42. Feston venttiiliterminaalin osoitteet.

6.2 Beckhoff BK3120

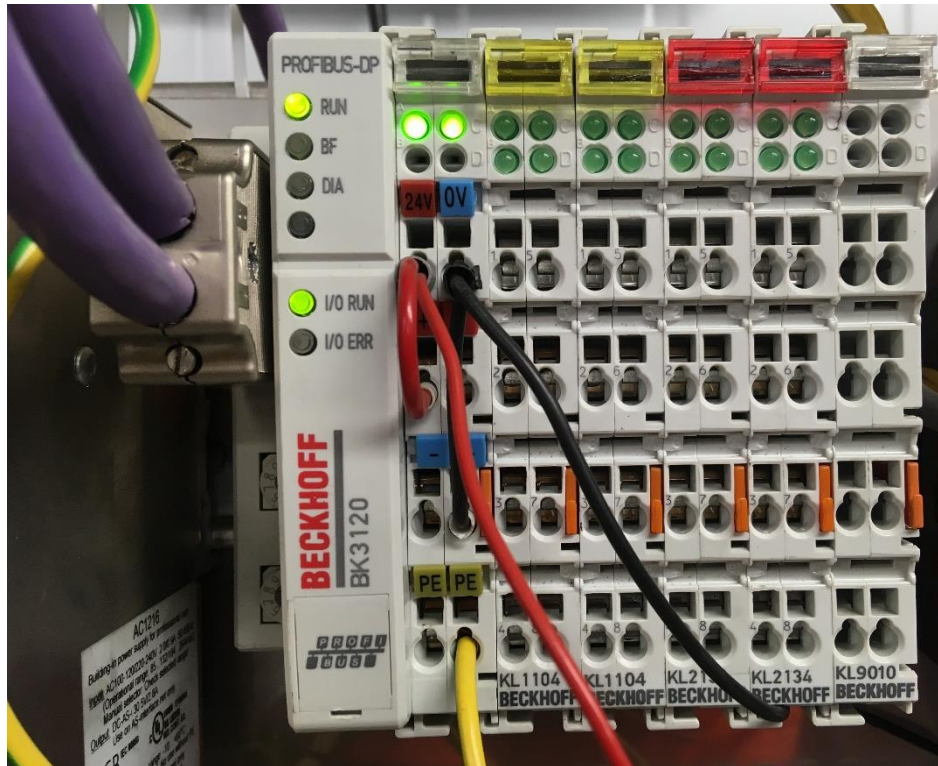
Gsd-tiedosto ladataan ja asennetaan tarvittaessa, sekä laite lisätään Profibus DP -väylään. Laitteen Profibus-osoite valitaan valintakiekoilla, missä ylemmässä kiekossa on kerroin 1 ja alemmassa kerroin 10 (kuvio 43). Esimerkiksi, kun halutaan osoitteeksi 12, asetetaan alempi kiekko kohtaan 1 ja ylempi kiekko kohtaan 2.



Kuvio 43. Beckhoff BK3120. (Suomennettu).

BK3120-väyläsovitin tarvitsee Profibus-kaapelin lisäksi 24 VDC jännitteen. Lisätään tarvittavat modulaariset IO-yksiköt ja lopuksi pääteyksikkö KL9010, joka on välttämätön, että tiedonsiirto toimii sovittimen ja modulaaristen IO-yksiköiden välillä (K-bus).

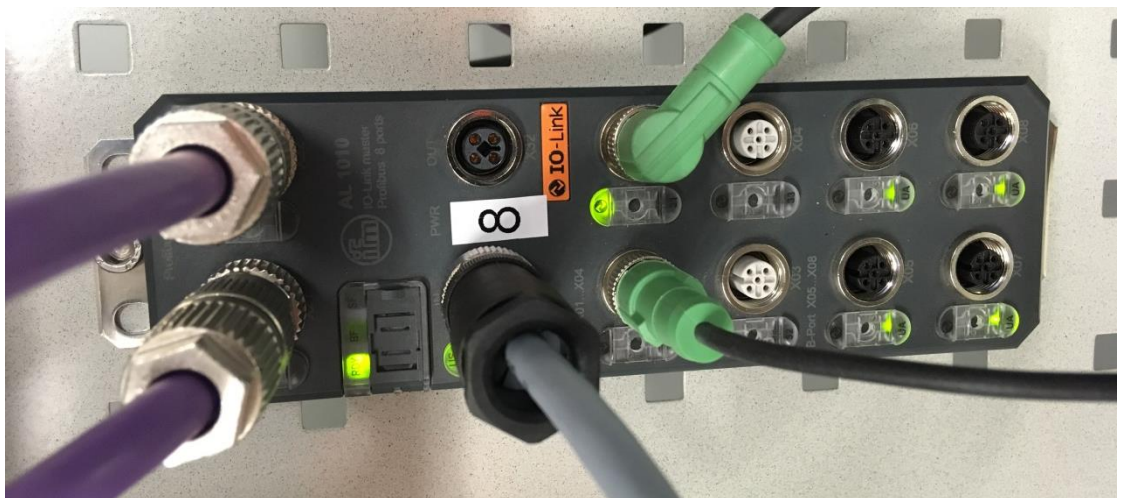
Antureiden tai muiden toimilaitteiden johtimet kytketään siten, että pienellä ruuvi-meisselillä avataan jousipidikkeinen lukitus ja työnnetään pääteholkillä varustettu johdin haluttuun tulo- tai lähtökanavaan. Kyseisen kanavan tila ilmaistaan led-valolla, joka syttyy kanavan ollessa aktiivisena (kuvio 44).



Kuvio 44. Beckhoff IO-moduuli.

6.3 Ifm AL1010 IO-Link

Ifm AL1010 on nykyaikainen ja älykäs IO-yksikkö, johon voidaan liittää sekä digitaalisia, että analogisia toimilaitteita. IO-yksikkö voidaan liittää Profibus DP –väylään (kuvio 45).



Kuvio 45. Ifm AL1010 IO-yksikkö.

Profibus -osoite asetetaan kuviossa 46 näkyvällä valintakiekolla. Osoitteen määrittämisessä pätee samat periaatteet kuin Beckhoff BK3120:ssa.



Kuvio 46. Ifm AL1010 osoitteen asettaminen.

Laitteiston määrittämiseen pätevät samat säännöt kuin muihinkin käyttöohjeessa käsiteltyihin laitteisiin. Poikkeuksena on lähtöjen ja tulojen aktivoinnissa. Moduulissa aktivoidaan ainoastaan paikat, jotka ovat käytössä (kuvio 47). Tässä esimerkissä liittimeen 1 on kytketty yksinkertainen lähestymisksenno. Liittimeen 2 on kytketty laseretäisyysanturi mallia Ifm 05D100 (kuvio 48).

(8) AL1010 IO-Link						
Slot	DP ID	...	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	193		Status/Control	300...303	300...303	
2	1		Digital IN			
3	65		IOL_I_2Byte	1260...1261		
4	1		Deactivated			
5	1		Deactivated			
6	1		Deactivated			
7	1		Deactivated			
8	1		Deactivated			
9	1		Deactivated			

Kuvio 47. Ifm IO-linkin porttien määrittäminen.

Kuviossa 48 näkyvä etäisyysanturi on liitetty esimerkkiohjelmaan ja mittausulos näkyy myös testausympäristön näyttöpaneelissa.

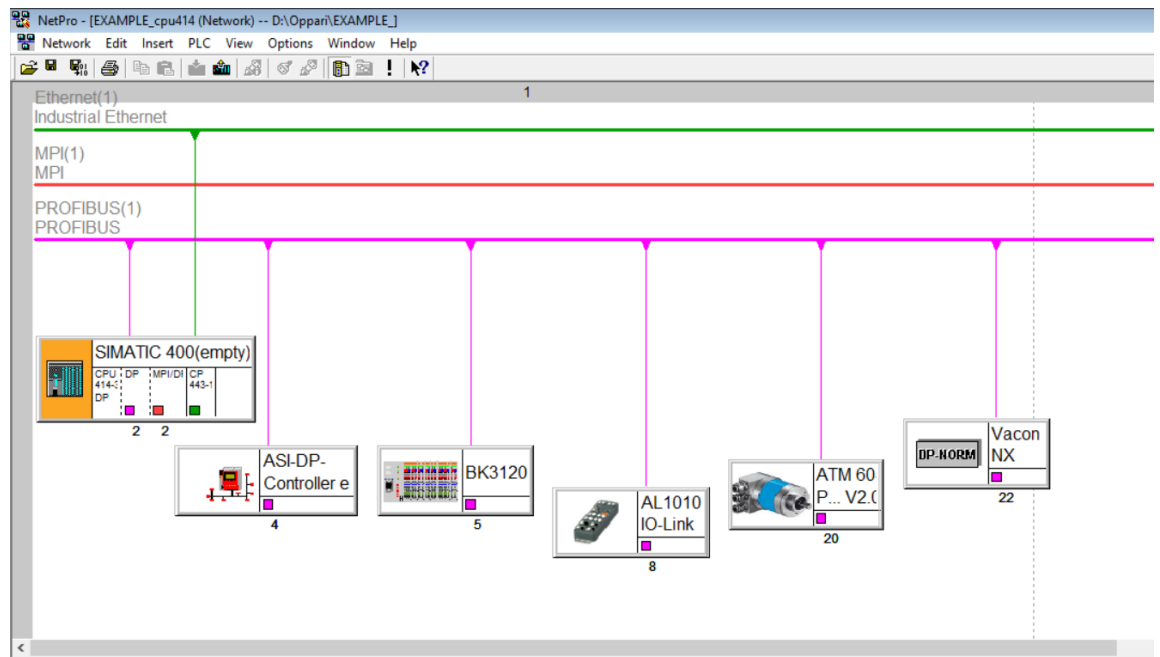


Kuvio 48. Ifm O5D100 laseretäisyysanturi.

6.4 NetPro-työkalu

NetPro –työkalulla voidaan tarkastella ja muokata järjestelmän verkkorakennetta.

Kuviossa 49 näkyy testausympäristön kokoonpano kokonaisuudessaan.



Kuvio 49. NetPro.

7 Testauksen päätteeksi

Testauksen aikana kannattaa tehdä muistiinpanoja erilaisista havainnoista ja muutoksista. Myös näytönkaappauksia kannattaa ottaa tilanteista. Ongelmia kohdatessa kannattaa kääntyä teknisen asiantuntijan puoleen tai tukeutua valmistajan toimittamiin ohjekirjoihin.

Työn päätteeksi suositellaan katkaisemaan virrat kaikista laitteista ja jättämään PLC STOP-asentoon vaaratilanteiden välttämiseksi. Varmistathan turvallisen työskentelyn myös muille testausympäristön käyttäjille!

Lopuksi kannattaa ottaa myös varmuuskopio projektista ja tallentaa se helposti löydettävään paikkaan.